

**ANTONIO MARCOS IAIA**

**IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO EM CANA-DE-AÇÚCAR NO CERRADO DE  
MATO GROSSO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto de Oliveira.

**CURITIBA**

**2014**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



## PARECER

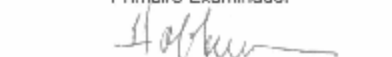
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **ANTONIO MARCOS IAIA**, sob o título **"IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO EM CANA-DE-AÇÚCAR NO CERRADO DO MATO GROSSO"**, para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Tese.

Curitiba, 29 de Julho de 2014.

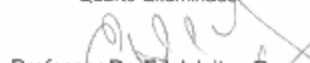
  
Professor Dr. Cicero Deschamps  
Coordenador do Programa


  
Professor Dr. Djalma Euzébio Simões Neto  
Primeiro Examinador

  
Professor Dr. Hermann Paulo Hoffmann  
Segundo Examinador

  
Professor Dr. Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa  
Terceiro Examinador

  
Professor Dr. José Luis Camargo Zambon  
Quarto Examinador

  
Professor Dr. Edelclaiton Daros  
Quinto Examinador

  
Professor Dr. João Carlos Bessalho Filho  
Sexto Examinador

  
Professor Dr. Ricardo Augusto de Oliveira  
Presidente da Banca e Orientador

O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.

(Fernando Pessoa)

Aos meus pais Luiz (*in memoriam*) e Francisca (D. Chica), e à minha irmã Maria José (Zezé).

## **OFEREÇO**

A minha esposa, Ana Maria, companheira nos momentos difíceis, aos meus filhos Antonio Marcos e Rafael e a minha neta Gabriela, que sempre me estimularam e apoiaram e ao meu amigo/filho Renan (*in memoriam*), eternamente em minha lembrança.

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS, pela força para superar as dificuldades nas horas difíceis, e por todas as oportunidades que tive em minha vida.

A Idalina Gaspar (*In memoriam*), que me proporcionou a oportunidade de conclusão do curso de graduação em Agronomia.

Ao Sr. Gerson Conte (Du) e Sr. Ruiter Silva (Boleti), que me deram a primeira oportunidade de trabalho, que permitiu a continuidade e a realização na minha profissão.

Ao Engenheiro Agrônomo Fausto Ribas Chadi, pela amizade e apoio que recebi durante o curso de graduação em agronomia.

Aos amigos Daniel Junior, pela presença constante no cotidiano e ao Jorginho pelo exemplo que me dão de superação.

Aos Professores da UFPR, pelos ensinamentos e apoio durante o curso de doutorado.

Agradecimento especial, ao Professor Dr. Edelclaiton Daros, por ter incentivado e possibilitado a realização do curso, e ao Professor Dr. Ricardo Augusto de Oliveira pela orientação, contribuição e paciência na condução deste trabalho.

Aos Professores, José Camargo Zambom e João Carlos Bessalho Filho, pela ajuda e receptividade.

À secretária do Programa de Doutorado em Produção Vegetal, Sra. Lucimara Antunes pela atenção e apoio.

Ao Engenheiro Agrônomo, Francisco Gerber, da RIDESA/UFPR, pelo apoio e convivência.

A todos os colegas participantes do curso de Pós-Graduação da UFPR e em especial aos colegas, Luiz José de Oliveira, Geraldo Verissimo, Luís Claudio Inácio Silveira e Antonio Ribeiro Fernandes Junior, pela saudável convivência durante o curso.

À Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), e à Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia – FAMEVZ, pela oportunidade de realização do curso e dos trabalhos.

Ao Professor Dr. Sebastião Carneiro Guimarães, e ao Prof. Dr. Marcio William Roque pela ajuda, incentivo, apoio e colaboração na elaboração e execução do trabalho.

Aos Engenheiros Agrônomos, Jorge Hildebrandt e André Vinicius Serra Casarotto, da equipe da RIDESA/UFMT, pela inestimada contribuição na realização das avaliações do experimento.

Aos alunos/estagiários, Ronie de Jesus, Drielle Pallaoro, Renan Casaroto, Péricles Briante, e aos engenheiros agrônomos, Lucas Schrader, Demes Gomes e Willian Crisóstomo pela contribuição na implantação, condução e avaliação do experimento.

Ao colaborador Ademir, e à estagiária Alessandra, da equipe administrativa da RIDESA/UFMT, pela contribuição no trabalho.

À Destilaria de Álcool Libra Ltda., pela contribuição e apoio logístico o qual possibilitou a realização deste estudo.

Ao Presidente da Destilaria de Álcool Libra Luis Carlos Ticianel, pelo incentivo, apoio e amizade.

Ao Diretor Operacional da Destilaria de álcool Libra, Pedro Aires, pela inestimável ajuda e apoio para realização do trabalho.

Aos Diretores da Destilaria Libra, Celso Ticianel e Piero Vincenzo Parini, pelo apoio e incentivo.

Ao Engenheiro Agrônomo João Luis Ticianel, Gerente Agrícola da Destilaria Libra, pela importante contribuição e apoio para a implantação e condução do experimento.

Aos funcionários, da Destilaria de Alcool Libra, Alberto, Edson, Baianinho, Guará, Jaitam e André, pela ajuda na implantação, condução e avaliação, e a Lourival e Souza na contribuição das análises laboratoriais.

A todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão do curso e do trabalho de campo.

## **BIOGRAFIA**

Antonio Marcos Iaia, filho de Luiz Iaia e de Francisca Ribeiro Iaia, nasceu em Cândido Mota – SP, em 10 de agosto de 1953.

Concluiu o curso básico e fundamental em Cândido Mota – SP e o Segundo Grau na Escola de 1º e 2º grau “Professor Ernani Rodrigues”, em Assis-SP.

Em dezembro de 1978, concluiu o curso de Engenharia Agrônômica na Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista – ESAPP.

Em 1979, iniciou suas atividades profissionais na Destilaria de Álcool Alcídia, primeiro projeto do programa Proálcool, no município de Teodoro Sampaio – SP.

Em agosto de 1980, foi contratado pelo IAA/PLANALSUCAR como pesquisador na Estação Experimental de Mato Grosso do Sul, no município de Campo Grande – MS.

Em 1981, implantou e chefou a Estação Experimental do IAA/PLANALSUCAR de Mato Grosso no município de Jaciara - MT e implantou a Estação Experimental de Rondônia, em Porto Velho-RO.

No período de 1983 a 1986, trabalhou como pesquisador na Seção de Fisiologia Vegetal, na Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR, no município de Araras-SP.

No período de 1987 a 1990, exerceu a função de pesquisador-chefe, na Estação Experimental de Mato Grosso, município de Jaciara.

A partir de 1992, passou a integrar o quadro de funcionários da UFMT e ministrou aulas na disciplina de Fitotecnia III, sobre a cultura da cana-de-açúcar na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária e Zootecnia. -FAMEVZ até 2009, e participou no



desenvolvimento dos trabalhos do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar da UFSCar, no estado de Mato Grosso até 2010.

Em 2003, recebeu o Título de Mestre em Agricultura Tropical, na área de Fitotecnia pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

A partir de 2010, com a integração da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT ,na RIDESA passou a coordenar o Programa de Melhoramento Genético da cana-de açúcar PMGCA/RIDESA, com abrangência nos estados de Mato Grosso e Rondônia.

Em 2010 iniciou o curso de Doutorado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Em julho de 2014, concluiu a Tese na Universidade Federal do Paraná - UFPR.

## RESUMO

A expansão recente de áreas cultivadas com cana-de-açúcar no Brasil, para produção de etanol como fonte alternativa de combustível, de aditivo à gasolina e para produção de açúcar e energia elétrica, se direcionou para a Região Central do Brasil, principalmente nas regiões de cerrado devido à grande disponibilidade de áreas, com predominância de solos álicos e átricos, que tem como característica, baixa retenção de água, limitação para aprofundamento do sistema radicular, tornando as plantas menos tolerantes à seca. O clima típico de região tropical, com estações bem definidas de precipitação, que vai de outubro a abril e de estiagem de maio a setembro, provoca elevado déficit hídrico para a cultura da cana-de-açúcar, tornando os ambientes de produção mais restritivos à obtenção de produtividade e longevidade dos canaviais com viabilidade econômica. Para estas condições, a irrigação é uma ferramenta de grande importância para incremento de produtividade sendo imprescindível estudo de manejo de variedades com irrigação, nestes ambientes de produção. Instalou-se um experimento com irrigação por gotejamento superficial, na Destilaria de Álcool Libra Ltda., no município de São José do Rio Claro – MT, situada na região do médio norte mato-grossense, em um solo caracterizado como Latossolo Vermelho Distroférrico típico argiloso, para avaliar o comportamento das variedades RB937570 de ciclo precoce, RB867515 de ciclo médio e RB92579 de ciclo tardio, em quatro níveis de lâminas de água e a testemunha sem irrigação. Para determinação das lâminas de irrigação, utilizou-se como referência o conteúdo de água no solo, à retenção de 10 kPa e 40 kPa para cálculo da lâmina base  $L_3$ (100%), e as demais lâminas,  $L_0$  (testemunha sem irrigação),  $L_1$  (33%),  $L_2$  (66%) e  $L_4$  (133%) da lâmina base respectivamente. O experimento foi instalado em 01 de junho de 2011, e a colheita da cana-planta em maio, julho e setembro de 2012 e da cana-soca 360 dias após o primeiro corte, e fez-se avaliação dos aspectos, morfológicos, de crescimento e de produção nos dois ciclos da cultura. A irrigação provocou aumento de produtividade (TCH) e dos teores de açúcar por área (TPH) para todas as variedades, independente da época de corte e da lâmina aplicada. O teor de sacarose (POL) não foi afetado pelas lâminas de irrigação, independente da variedade e ocorrem diferenças quanto às variáveis morfológicas, de crescimento e de produção, dependendo da variedade, época de corte e lâmina de água aplicada. A variedade RB92579 foi a mais produtiva em TCH e TPH, seguida da RB867515 e da RB937570.

**Palavras-chave:** *Saccharum* spp. Cana-de-açúcar em solo de cerrado. Déficit hídrico. Manejo de variedades.

## ABSTRACT

The recent expansion of areas cultivated with sugarcane in Brazil for ethanol production for use as an alternative source of fuel, as gasoline additive and for sugar and electricity, have focused on the Central Region of Brazil, especially in regions of Cerrado due to the wide availability of areas with predominantly alic and acric soils, which have low water retention, limitation for a deep root system, making plants less drought tolerant. The typical climate of the tropical region, with well-defined precipitation stations from October to April and the dry season from May to September, causes high water deficit in sugarcane cultivation, making production environments more restrictive to obtain longevity and productivity of sugarcane with economic viability. For these conditions, irrigation is a very important tool to increase productivity being indispensable to study the management of varieties with irrigation in such production environments. A field experiment with surface drip irrigation was conducted in Libra Distillery Alcohol Ltda. in São José do Rio Claro county, in the middle north region of Mato Grosso state, in a oxisol soil with strong clay texture, to evaluate the behavior of early-maturing varieties RB937570, medium maturing variety RB867515 and late-maturing variety RB92579, subjected to four irrigation levels and no irrigation. The criterion for calculation of the irrigation level was established as a function of water retention in soil curve established between the range of 10 kPa and 40 kPa to calculate the base level L3 (100%), and the other levels, L0 (no irrigation), L1 (33%), L2 (66%) and L4 (133%) of the base level, respectively. The experiment was installed on June 1, 2011, and the harvest of sugarcane plant in May, July and September 2012 and ratoon 360 days after the first cut, and evaluation of morphological aspects, growth and production of the two cycles of the culture was performed. Irrigation caused increase in productivity (TCH) and sugar content per area (TPH) for all varieties, independent of time of cutting and water level applied. The sucrose content (POL) was not affected by irrigation, regardless of the variety and differences occur regarding morphological variables, growth and production, depending on the variety, harvest date and level of irrigation applied. The RB92579 variety was the most productive in TCH and TPH, followed by RB867515 and RB937570.

**Key words:** *Saccharum* spp. Sugarcane in savanna soil. Water deficit. Management of Varieties.

## Sumário

RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
LISTA DE TABELAS .....	xvi
LISTA DE FIGURAS .....	xvii
LISTA DE ANEXOS .....	xxii
INTRODUÇÃO.....	23
<b>1. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>25</b>
1.1 A CANA-DE-AÇÚCAR .....	25
1.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA .....	26
1.3 DEFICIÊNCIA HÍDRICA .....	27
1.4 NECESSIDADES HÍDRICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR E PERDAS DE ÁGUA .....	28
1.5 FASES FENOLOGICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR E VALORES DE COEFICIENTE CULTURAL (Kc).....	30
1.6 IRRIGAÇÃO.....	32
1.7 EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA – (EUA).....	34
1.8 ANÁLISE DE CRESCIMENTO .....	35
REFERÊNCIAS .....	38
CAPITULO I – IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO DE TRÊS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CERRADO DO MATO GROSSO. ....	45
INTRODUÇÃO.....	45
RESUMO .....	48
ABSTRACT .....	49
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>50</b>
2.1 LOCAL.....	50
2.2 CLIMA .....	50
2.3 SOLOS .....	51
2.4 MUDAS ADUBAÇÃO E PLANTIO .....	52
2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	52
2.6 PARCELA EXPERIMENTAL .....	53
2.7 VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR .....	54
2.8 LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO .....	55
2.9 AMOSTRAGENS .....	56

2.10	VARIÁVEIS AMOSTRADAS.....	57
2.10.1	Variáveis Morfológicas .....	57
2.10.1.1	Número de colmos $m^{-2}$ – NCM .....	57
2.10.1.2	Estatuta média do Colmo – EMC (cm) .....	57
2.10.1.3	Índice de área foliar - IAF ( $m^2 m^{-2}$ ).....	57
2.10.2	Variáveis de Crescimento.....	58
2.10.2.1	Massa seca - (MS) .....	58
2.10.2.2	Produção de massa seca - PMS ( $Mg ha^{-1}$ ).....	58
2.10.2.3	Taxa de produção de massa seca - TPMS ( $g m^2 dia^{-1}$ ).....	59
2.10.2.4	Taxa de crescimento relativo – TCR ( $g g^{-1} dia^{-1}$ ).....	60
2.10.2.5	Taxa de assimilação líquida – TAL ( $g m^2 dia^{-1}$ ) .....	60
2.10.2.6	Taxa de Elongação da cultura – TEC ( $cm dia^{-1}$ ) .....	61
2.10.3	Variáveis de Produção.....	61
2.10.3.1	Tonelada de cana por hectare (TCH) .....	61
2.10.3.2	Tonelada de cana por hectare dia em cana-planta e cana-soca (TCHD).....	61
2.10.3.3	Teor de sacarose (POL%).....	62
2.10.3.4	Tonelada de POL por hectare (TPH).....	63
2.10.3.5	Tonelada de POL por hectare dia em cana-planta e cana-soca (TPHD) .....	63
2.10.4	Análise estatística dos rendimentos agroindustriais .....	64
3.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.</b> .....	65
3.1	VARIEDADE RB937570 .....	65
3.1.1	Precipitação e lâminas de irrigação .....	65
3.1.2	Variáveis Morfológicas .....	66
3.1.2.1	Estatuta dos colmos (cm) .....	66
3.1.2.2	Número de colmos por metro quadrado .....	67
3.1.2.3	Índice de área foliar – IAF ( $m^2 m^{-2}$ ).....	68
3.1.3	Análise de Crescimento.....	69
3.1.3.1	Produção de massa seca ( $Mg ha^{-1}$ ) .....	69
3.1.3.2	Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $g m^2 dia^{-1}$ ) .....	71
3.1.3.3	Taxa de crescimento relativo – TCR ( $g g^{-1} dia^{-1}$ ).....	72
3.1.3.4	Taxa de assimilação líquida – TAL ( $g m^2 dia^{-1}$ ) .....	73
3.1.3.5	Taxa de alongação do colmo – TEC (cm).....	74
3.1.4	Variáveis de Produção.....	75

3.1.4.1	Tonelada de cana por hectare - TCH.....	75
3.1.4.2	Tonelada de cana por hectare por dia – TCHD .....	76
3.1.4.3	Teor de sacarose - POL .....	77
3.1.4.4	Tonelada de sacarose (POL) por hectare – TPH .....	78
3.1.4.5	Tonelada de sacarose (POL) por hectare por dia – TPHD .....	79
3.2	VARIEDADE RB867515 .....	80
3.2.1	Precipitação e Lâminas de irrigação.....	80
3.2.2	Variáveis Morfológicas .....	82
3.2.2.1	Estatuta dos colmos (cm) .....	82
3.2.2.2	Número de colmos por metro quadrado .....	83
3.2.2.3	Índice de área foliar ( $m^2 m^{-2}$ ) .....	85
3.2.3	Análise de Crescimento.....	86
3.2.3.1	Produção de massa seca - MS ( $Mg ha^{-1}$ ) .....	86
3.2.3.2	Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $g m^2 dia^{-1}$ ) .....	88
3.2.3.3	Taxa de crescimento relativo – TCR ( $g g^{-1} dia^{-1}$ ).....	89
3.2.3.4	Taxa de assimilação líquida – TAL ( $g m^2 dia^{-1}$ ) .....	91
3.2.3.5	Taxa de alongação do colmo – TEC (cm).....	92
3.2.4	Variáveis de Produção.....	93
3.2.4.1	Tonelada de cana por hectare – TCH. ....	93
3.2.4.2	Tonelada de cana por hectare por dia – TCHD .....	95
3.2.4.3	Teor de sacarose - POL .....	96
3.2.4.4	Tonelada de sacarose por hectare (POL) – TPH .....	97
3.2.4.5	Tonelada de sacarose por hectare por dia – TPHD .....	98
3.3	VARIEDADE RB92579 .....	99
3.3.1	Precipitação e lâminas de irrigação .....	99
3.3.2	Variáveis Morfológicas .....	100
3.3.2.1.	Estatuta dos colmos (cm) .....	100
3.3.2.2	Número de colmos por metro quadrado .....	102
3.3.2.3	Índice de área foliar ( $m^2 m^{-2}$ ) .....	104
3.3.3.	Análise de Crescimento.....	105
3.3.3.1	Produção de massa seca – MS ( $Mg ha^{-1}$ ) .....	105
3.3.3.2	Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $g m^2 dia^{-1}$ ) .....	107
3.3.3.3	Taxa de crescimento relativo – TCR ( $g g^{-1} dia^{-1}$ ).....	109

3.3.3.4	Taxa de assimilação líquida – TAL ( $\text{g m}^2 \text{ dia}^{-1}$ ) .....	110
3.3.3.5	Taxa de elongação do colmo (cm). ....	111
3.3.4	Variáveis de Produção.....	112
3.3.4.1	Tonelada de cana por hectare – TCH .....	112
3.3.4.2	Tonelada de cana por hectare por dia – TCHD .....	113
3.3.4.3	Teor de sacarose – POL.....	114
3.3.4.4	Tonelada de sacarose por hectare - TPH .....	115
3.3.4.5	Tonelada de sacarose por hectare por dia – TPHD .....	116
	<b>CONCLUSÕES</b> .....	118
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	119
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	120
	<b>ANEXOS</b> .....	125

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores do coeficiente cultural (Kc) da cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	32
Tabela 2. Características físicas e químicas do solo da área experimental. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).....	51
Tabela 3. Características das variedades, RB937570, RB867515 e RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ....	54
Tabela 4. Discriminação das lâminas de irrigação, de acordo com a curva de retenção de água no solo na interseção dos pontos na curva em 10 kPa e 40 kPa. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	55



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação (mm), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C) e temperatura média (°C), durante o período de avaliação entre junho de 2011 a maio 2013. (dados coletados no local do experimento.-. São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014)...	51
Figura 2. Croqui da parcela, subparcela e distribuição da forma de utilização das linhas de plantio. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ....	53
Figura 3. Lâmina total de água para os tratamentos, L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> (precipitação, precipitação + irrigação e lâmina total). Variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	65
Figura 4. Estatura dos colmos (cm) em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	67
Figura 5. Número de colmos m <sup>-2</sup> em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ....	68
Figura 6. Índice de área foliar - IAF (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	69
Figura 7. Produção de massa seca MS (Mg ha <sup>-1</sup> ) em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	70
Figura 8. Taxa de produção de massa seca – TPMS (g m <sup>2</sup> dia <sup>-1</sup> ) em cana-planta (A) e cana-soca (B), nas lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ....	71
Figura 9. Taxa de crescimento relativo TCR (g g <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) em cana-planta (A) e soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	72

Figura 10. Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ) em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	73
Figura 11. Taxa de elongação do colmo TEC ( $\text{cm dia}^{-1}$ ) em cana-planta (A) e soca (B), nas lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	74
Figura 12. Produtividade, tonelada de cana $\text{ha}^{-1}$ (TCH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ....	76
Figura 13. Produtividade, tonelada de cana $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (TCHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ....	77
Figura 14. Teor de sacarose (%POL), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	78
Figura 15. Produção de sacarose, tonelada de POL $\text{ha}^{-1}$ (TPH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	79
Figura 16. Produção de pol $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (TPHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	80
Figura 17. Lâmina total de água para os tratamentos, $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ (precipitação, precipitação + irrigação e lâmina total). Variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	81
Figura 18. Estatura dos colmos (cm), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	83
Figura 19. Número de colmos $\text{m}^{-2}$ , em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ....	84

Figura 20. Índice de área foliar - IAF ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	86
Figura 21. Produção de massa seca - MS ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	87
Figura 22. Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ) em cana-planta (A) e cana-soca (B), nas lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	89
Figura 23. Taxa de crescimento relativo TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	90
Figura 24. Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ....	92
Figura 25. Taxa de alongação do colmo TEC ( $\text{cm dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e soca (B), nas lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	93
Figura 26. Taxa de alongação do colmo TEC ( $\text{cm dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e soca (B), nas lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	94
Figura 27. Produtividade, tonelada de cana $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (TCHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ....	95
Figura 28. Teor de açúcar (%POL), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	96
Figura 29. Produção de sacarose, tonelada de POL $\text{ha}^{-1}$ (TPH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, L <sub>0</sub> , L <sub>1</sub> , L <sub>2</sub> , L <sub>3</sub> e L <sub>4</sub> , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	98

Figura 30. Produção de pol $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (TPHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	99
Figura 31. Lâmina total de água para os tratamentos, $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ (precipitação, precipitação + irrigação e lâmina total). Variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	100
Figura 32. Estatura dos colmos (cm) em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	102
Figura 33. Número de colmos $\text{m}^{-2}$ , em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014). .....	103
Figura 34. Índice de área foliar - IAF ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	105
Figura 35. Produção de massa seca - MS ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	106
Figura 36. Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), nas lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ , e $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014). .....	108
Figura 37. Taxa de crescimento relativo TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e soca (B), para as lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	109
Figura 38. Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014). .....	110
Figura 39. Taxa de alongação do colmo TEC ( $\text{cm dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e soca (B), nas lâminas $L_0$ , $L_1$ , $L_2$ , $L_3$ e $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).....	111

Figura 40. Produtividade, tonelada de cana  $\text{ha}^{-1}$  (TCH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ , e  $L_4$ , aplicadas, na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ..... 112

Figura 41. Produtividade, tonelada de cana  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  (TCHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ , e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ..... 113

Figura 42. Teor de sacarose (POL), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ..... 114

Figura 43. Produção de sacarose, tonelada de POL  $\text{ha}^{-1}$  (TPH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ..... 115

Figura 44. Produção sacarose  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  (TPHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). ..... 117

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Percentagem média de florescimento ocorrida nos dois ciclos, cana-planta e cana-soca, para as diferentes lâminas e variedades. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014). .....	125
Anexo 2. Resultado da análise de variância para estatura dos colmos na colheita, em cana-planta, para três variedades de cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014). .....	125
Anexo 3. Resultado da análise de variância para estatura dos colmos na colheita, em cana-soca, para três variedades de cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014). .....	126
Anexo 4. Resultado da análise de variância para número de colmos por metro quadrado na colheita, em cana-planta, para três variedades de cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).....	126
Anexo 5. Resultado da análise de variância para número de colmos por metro quadrado na colheita, em cana-soca, para três variedades de cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).....	127
Anexo 6. Resultado da análise de variância para o índice de área foliar IAF, em cana-planta. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).....	127
Anexo 7. Resultado da análise de variância para o índice de área foliar - IAF, em cana-soca. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).....	128
Anexo 8. Resultado da análise de variância para as variáveis de produção, TCH, TCHD, POL, TPH e TPHD. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014). ....	128

## INTRODUÇÃO

O Brasil produz atualmente em torno de 620 milhões de toneladas de cana-de-açúcar e as projeções futuras para 2020 são da ordem de um bilhão de toneladas, para atendimento da demanda do mercado nacional e internacional de etanol e açúcar. Para atender esta demanda a cana-de-açúcar está se expandindo em grande escala para a região central do Brasil, principalmente para as regiões de solo de cerrado onde as condições para cultivo de culturas anuais, principalmente soja, milho, girassol e algodão entre outras são adequadas, mas para a cultura da cana-de-açúcar em determinados locais, há restrição para produtividades economicamente viáveis em função dos custos de produção final dos produtos.

Historicamente a cultura da cana-de-açúcar é tão antiga quanto o descobrimento do Brasil, e a sua exploração se difundiu por diversas partes do país, tornando-se de grande importância econômica, com maior relevância nas regiões nordeste, sul e sudeste do país, para produção de aguardente, álcool e açúcar.

No estado de Mato Grosso, a cultura também teve sua fase de importância com atividades desde 1750, na produção artesanal de açúcar mascavo e aguardente. Uma segunda fase ocorreu com a instalação de unidades produtoras de álcool para fins carburantes nas oito unidades de produção, em sua maioria em solos de cerrado o qual apresenta um longo período de estiagem (maio a setembro), provocando déficit hídrico elevado, limitando a produtividade.

A cana-de-açúcar apresenta alta eficiência na utilização de CO<sub>2</sub> da atmosfera, é adaptada às altas intensidades luminosa e temperatura, necessitando grandes quantidades de água para suprir suas necessidades hídricas, estando entre as gramíneas de alta capacidade fotossintética e pertence ao grupo de planta de metabolismo do tipo C<sub>4</sub>.

O consumo hídrico da cana-de-açúcar varia de acordo com seu estágio fenológico, ciclo da cultura, condições climáticas e da água disponível no solo, sendo que a variação anual do consumo de água pela cana-de-açúcar, varia de 1500 a 2500 mm. Precipitação pluvial maior que 1000 milímetros anuais, mas de forma bem distribuída, seria suficiente para altas produções, indicando que o manejo hídrico tem relevada importância durante o desenvolvimento da cultura nas fases de germinação, perfilhamento e alongação dos colmos, e certa restrição no período de maturação para forçar a diminuição da atividade fisiológica e aumentar o acúmulo de sacarose.

O fato de ser uma planta semiperene, ser cultivada por mais de cinco anos após o plantio em condições de cultivo comercial, aliada a diversidade dos ambientes de produção, torna-se imprescindível a caracterização da melhor interação do genótipo e do ambiente de produção, procurando eliminar as limitações que possam ocorrer no cultivo comercial.

As variedades de cana-de-açúcar respondem diferentemente à irrigação plena, cuja resposta é influenciada pelo ciclo de cultivo, época de colheita e seu manejo.

Com a tendência da expansão da cana-de-açúcar na região do Brasil Central, com predominância de solos de cerrado, que apresenta limitações de produção devido às condições climáticas, com elevado déficit hídrico, devido à maior perda por evaporação do solo e transpiração das plantas, e de solos álicos, ácricos, com baixa retenção de água, típico destes ambientes de produção, que impedem o aprofundamento das raízes, resultando em menor resistência à seca, é essencial o desenvolvimento de trabalhos para melhor conhecimento do manejo da cana-de-açúcar irrigada nesta região.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta a diferentes lâminas de irrigação, em três variedades RB de cana-de-açúcar, cultivadas em solos de cerrado, no estado de Mato Grosso, com o uso de irrigação por gotejamento.



## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 A CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é considerada uma das culturas mais antigas do Brasil, e se constitui atualmente numa das culturas de maior relevância para o país, pela sua importância econômica na participação do PIB brasileiro, pelo fato de ser um dos maiores produtores de açúcar do mundo e ter um programa único de produção de etanol, energia renovável que é utilizada como aditivo à gasolina e como combustível nos veículos de ciclo Otto.

É uma gramínea perene pertencente à família *Poaceae*, tribo *Andropogonae* e ao gênero *Saccharum*, que se reproduz sexualmente principalmente por alogamia (ROACH; DANIELS, 1987).

É uma planta de metabolismo  $C_4$ , que apresenta alta eficiência fotossintética, suporta temperaturas elevadas (30 a 40 °C) e elevado ponto de saturação luminosa (TAIZ; ZEIGER, 2004). O crescimento dos colmos encontra-se sujeito à variação da temperatura do ar, sendo a faixa ótima estabelecida entre 25 e 35°C. Nas temperaturas situadas entre 19 e 25°C seu crescimento é lento e torna-se nulo em temperaturas inferiores a 19°C (CASAGRANDE, 1991).

É originária do sudoeste asiático, e cultivada em várias regiões tropicais e subtropicais do mundo, e dentre as várias versões de sua introdução no Brasil a mais aceita é que foi trazida por Martin Afonso de Souza no início do século XVI, um dos primeiros colonizadores do Brasil, trazendo as primeiras mudas da Ilha da Madeira (JUNQUEIRA; DANTAS, 1964).

No entanto, outros relatos dizem que a introdução da cultura no Brasil pode ter sido antes, pela citação de registros que a primeira exportação de açúcar para a metrópole portuguesa foi em 1521 a partir de Pernambuco (PEIXOTO, 1973).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais (FAOSTAT, 2013) e mesmo com as crises cíclicas que ocorrem no setor, há projeções de crescimento devido à demanda mundial por açúcar e combustível alternativo, e de outros produtos originários da cana-de-açúcar. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, (CONAB, 2014), na safra de 2013/14, o país esmagou 658,8 milhões de toneladas de cana, em 8,8 milhões de hectares; a produtividade média foi de 74,7 toneladas de cana por hectare (TCH), proporcionando uma produção de 27,96 bilhões de litros de etanol e 38,34 milhões de toneladas de açúcar e com média de teor de açúcar total recuperável (ATR), unidade utilizada para pagamento da matéria

prima a fornecedores e indicativo do teor de açúcar nos colmos, de 134,4 kg. Por tonelada de cana-de-açúcar.

O estado de São Paulo é o maior produtor do país, com 51,7% da área plantada (4,55 milhões de hectares), seguido por Goiás com 9,3% (818,4 mil hectares), Minas Gerais com 8,9% (779,8 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 7,4% (654,5 mil hectares), Paraná com 6,7% (586,4 mil hectares), Alagoas com 4,7% (417,5 mil hectares), Pernambuco com 3,2% (284,6 mil hectares) e Mato Grosso com 2,7% (237,9 mil hectares). No estado de Mato Grosso houve baixo crescimento nos últimos anos e a projeção para a safra de 2014/15 é de 16 milhões de toneladas (245,0 mil hectares) e para o Brasil, 9.130 milhões de hectares e produção de 671 milhões de toneladas.

## 1.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A cana-de-açúcar é cultivada em mais de 130 países, e o Brasil é um dos maiores produtores mundiais, cuja principal destinação é para a produção de açúcar de diversos tipos para o consumo interno e para exportação e de etanol para fins combustíveis e como aditivo na gasolina utilizada no Brasil, que atualmente tem 25% de etanol anidro em sua composição, com um produto final mais limpo contribuindo para a diminuição da poluição.

Além desses produtos, outros são obtidos como a aguardente, bebida típica brasileira e que aos poucos vai ganhando mercados internacionais e com grande importância econômica em algumas regiões do Brasil, a exemplo de Minas Gerais, energia elétrica, através da geração de vapor com a queima do bagaço, para uso na própria indústria e para venda às concessionárias de energia, se tornando no momento uma fonte de renda importante para as indústrias sucroenergéticas, e outros coprodutos, como a levedura, torta de filtro, vinhaça, gás carbônico, ácido cítrico, lisina, briquetes de bagaço, aglomerados MDF (BNDES/CGEE, 2008). Tem-se conhecimento de mais de 180 produtos derivados da cana-de-açúcar, desde produtos fármacos a produtos de uso em diversos segmentos industriais (ICIDCA, 1999).

Tem grande importância na formação do PIB brasileiro, que conforme Martins et al. (2012) o agronegócio da cana-de-açúcar participa com cerca de um terço do produto interno bruto, tem relevada importância social na geração de empregos diretos e indiretos, desenvolvimento de tecnologias através das empresas fornecedoras do setor, que também atendem outros países produtores.

Para o estado de Mato Grosso, embora seja um dos maiores produtores de grãos do país, (CONAB, 2014) a cana-de açúcar tem importância significativa na sua economia, pois sua produção é suficiente para atender a demanda do estado em açúcar e etanol, com preços competitivos, tendo em vista a distância do estado de Mato Grosso dos grandes centros produtores, e exportando o excedente para os estados da região norte, como Rondônia, Acre e Pará.

### 1.3 DEFICIÊNCIA HÍDRICA

De forma geral, as plantas normalmente são submetidas a diferentes adversidades ambientais, resultando em estresses que prejudicam o desenvolvimento e reduzem a produtividade. Eles podem ser de duas origens, ou seja, biótico (resultado do organismo) e abiótico (relativo a algum fator físico ou químico do ambiente), podendo ocorrer de forma isolada ou concomitante (GONSALVES, 2008).

O estresse hídrico (deficiência ou excesso), nutrientes minerais (deficiência ou excesso) e temperatura (alta ou baixa), estão entre os principais estresses considerados abióticos (BRAY, 1997; CAMBRAIA, 2005), sendo que a deficiência hídrica é um dos principais fatores de redução do crescimento e de limitação da produtividade.

As plantas submetidas ao déficit hídrico, têm como primeiro efeito a redução do turgor celular, responsável pelo alongamento de células que dirigem à expansão foliar (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005). O déficit hídrico afeta vários aspectos do crescimento vegetal, e os efeitos mais óbvios do estresse hídrico, se referem à redução do tamanho das plantas, de sua área foliar e da produtividade da cultura (KRAMER, 1983; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Pimentel (2004) e Flexas et al. (2006), relatam que o nível de deficiência difere entre as espécies e dentro da própria espécie, dependendo da cultivar, uma vez que as características morfofisiológicas podem apresentar diferenças, sendo que a maioria das culturas apresenta um estágio de desenvolvimento em que a deficiência causa maior redução na produção.

Os efeitos do déficit hídrico não se limitam somente às regiões áridas ou semiáridas, pois mesmo em regiões consideradas climaticamente úmidas, a distribuição irregular de chuvas pode restringir o crescimento em alguns períodos (TAIZ; ZEIGER, 1991).

A baixa disponibilidade hídrica afeta negativamente o crescimento e desenvolvimento das culturas agrícolas, sendo a principal responsável pela redução das produtividades

agrícolas (PIMENTEL, 2004) e podem influenciar diretamente na produção da cultura da cana-de-açúcar os quais podem ou não serem passíveis de manejo (MAULE et al., 2001).

Dentre os diversos fatores que compõem o clima regional, a disponibilidade hídrica é totalmente dependente das precipitações pluviais, e de fundamental importância para exploração dos sistemas agrícolas implantados, cuja uniformidade de distribuição é de suma importância ao longo do mês e do ano.

Baixas precipitações e irregularidade na distribuição das chuvas, podem restringir o crescimento e causar impactos negativos na produtividade e qualidade dos canaviais (WIEDENFELD; ENCISO, 2008).

#### 1.4 NECESSIDADES HÍDRICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR E PERDAS DE ÁGUA

Embora adaptada às condições de elevada intensidade luminosa, altas temperaturas e relativa escassez de água, a cana-de-açúcar necessita de grandes quantidades de água, uma vez que, somente 30% do peso constituem-se de massa seca e 70% de água, dependendo do estágio fenológico da cultura. Segundo Van Dillewinj (1952), a cana-de-açúcar apresenta elevado consumo hídrico, necessitando de 250 partes de água para formar uma parte de matéria seca na planta.

Semelhantes ao sistema produtivo de outras culturas agrícolas, a cana-de-açúcar pode ser afetada por fatores relacionados à planta, como cultivares, tipo de ciclo, ao solo e as práticas de manejo cultural, correlacionados com a época de plantio, rotação de cultura e especialmente ao clima, precipitação, temperatura e radiação solar (BELL; GARSIDE, 2005; BONNET et al., 2006; GILBERT et al., 2006; PARK et al., 2005).

A cana-de-açúcar possui necessidade hídrica de 1.500 a 2.000 mm durante o período de crescimento, dependendo principalmente o tempo de cultivo ou da duração do ciclo de produção, que pode variar de 12 a 18 meses (DOOREMBOS; KASSAN, 1994).

Segundo Biswas (1988) uma precipitação de 1.200 mm anuais seria suficiente para a cana atingir seu potencial de produção, enquanto que Wiedenfeld; Enciso (2008) relatam que seriam necessários 1.500 mm.

Castro (2008), relata que a umidade é importante em todos os estádios fenológicos da cultura e que há necessidade de uma precipitação a partir de 1.000 mm para suprir suas necessidades.

A demanda hídrica da cana-de-açúcar altera-se com a fase vegetativa e a variedade utilizada, o qual segundo Almeida et al. (2008) apresenta quatro fases de desenvolvimento, ou seja, brotação perfilhamento, crescimento vegetativo, (quando a cultura é bastante sensível à deficiência hídrica), e às temperaturas fora de sua amplitude térmica ideal que é em torno de 25°C e 33°C, e maturação, período em que ocorre maior acúmulo de sacarose nos colmos (RAMESH; MAHADEVASWAMY, 2000).

Em regiões de estações bem definidas de estiagem e precipitação, a cana-de açúcar pode apresentar altos déficits hídricos, dependendo da época de plantio e de colheita, e perdas de produtividade, devido à má brotação de soqueira ou continuidade do crescimento. Ramesh (2000) relata que a disponibilidade hídrica do solo é um dos fatores ambientais que mais influenciam a produção da cana-de açúcar, pois determina o estabelecimento da cultura durante os estádios vegetativos.

A umidade tem influência no desenvolvimento do sistema radicular, porque a renovação do mesmo não ocorre pelo fato da parte aérea é cortada, mas sim, devido aos ciclos de secagem e umedecimento do solo, e segundo Dinardo-Miranda et al. (2008), se na ocasião do corte o solo estiver com umidade adequada praticamente não há morte de raízes.

De todos os fatores que podem interferir no processo produtivo da cana-de-açúcar, o fornecimento de água é o que mais limita a produtividade, pois a utilização de adubo, controle de pragas, utilização de novas variedades mais produtivas, e manejo cultural não expressam suas respostas se não ocorrer fornecimento adequado de água para as plantas. Rozeff (1998) cita trinta motivos de redução de produtividade das soqueiras de cana-de-açúcar e dentre todos os motivos citados, treze têm alguma relação com a disponibilidade de água no solo.

O estresse hídrico prolongado, além de provocar limitações na produtividade pode também limitar a produção de açúcar (KNOW et al., 2008; WANG et al., 2004), o qual observaram que as plantas quando sob restrição hídrica prolongada, em função da limitação de água no solo sobre a estrutura da área foliar, reduzem a assimilação de CO<sub>2</sub> e a respiração.

Inman-Bamber (2004) relata, que quando o estresse hídrico não é bem manejado, a deficiência hídrica no solo pode reduzir a emissão foliar e aumentar a velocidade de senescência das folhas e dos perfilhos, resultando em menor interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. Desta forma, em regiões onde o estresse hídrico é alto, a restrição de água reduz o crescimento, resultando em maior exposição da superfície do solo, possibilitando maior perda de água (SMITH; SINGELS, 2006; TERUEL et al., 1997). No entanto, quando o estresse hídrico ocorre ou é aplicado durante a fase de maturação,

proporciona o aumento da concentração de sacarose nos colmos (INMAN-BANBER, 2004; SINGH et al., 2007).

De acordo com Scardua e Rosenfeld (1987), o consumo máximo de água da cana-de-açúcar, nas diversas regiões do mundo varia de 2,8 a 8,0 mm dia<sup>-1</sup> e o consumo médio de 3,2 a 3,8 mm dia<sup>-1</sup> e no Brasil, em condições de campo, na cana-planta o consumo varia de 2,3 mm dia<sup>-1</sup> de água a 4,5 mm dia<sup>-1</sup>, e na cana-soca de 2,2 a 4,4 mm dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Segundo Viana (2000) na fase de pós-plantio, quando a área foliar está em formação, a superfície vegetada ainda é muito pequena, a evaporação é a componente mais importante da evapotranspiração, e com o aumento da cobertura do solo pela cultura, a transpiração torna-se a componente principal, podendo ser responsável por até 90% das perdas de água por evapotranspiração.

Reichardt (1985) afirma que, qualquer cultura durante seu ciclo de desenvolvimento, consome um enorme volume de água, sendo que cerca de 98% deste volume, passa pela planta, perdendo-se posteriormente na atmosfera pelo processo de transpiração. Este fluxo de água é, porém, necessário para o desenvolvimento vegetal e por este motivo sua taxa deve ser mantida dentro de limites ótimos para cada cultura. A cana-de-açúcar requer uma umidade adequada durante todo o período vegetativo para obter rendimentos máximos, porque o crescimento vegetativo da cana é diretamente proporcional à água transpirada.

## 1.5 FASES FENOLÓGICAS DA CANA-DE-AÇÚCAR E VALORES DE COEFICIENTE CULTURAL (Kc)

A cana-de-açúcar, embora ainda não tenha uma classificação de seus estádios fenológicos bem definida, a exemplo de outras culturas, como soja, trigo, algodão entre outras, a classificação mais aceita são as divisões de desenvolvimento da cultura, dividida em quatro fases (DOREMBOS; KASSAN, 1994), ou seja, fase de brotação e estabelecimento, fase de perfilhamento, fase de crescimento dos colmos e fase de maturação.

Ao longo do ciclo da cana-de-açúcar, ela apresenta duas fases bem distintas em relação ao acúmulo de açúcar, o qual o primeiro é caracterizado pelo crescimento intenso e acúmulo menor de açúcar nos colmos e na segunda fase, compreendida pela fase de maturação um acúmulo mais intenso de açúcares, principalmente a sacarose, devido aos fatores climáticos de queda de temperatura ou de restrição hídrica no solo (LUCCHESI, 1995).

Segundo Scardua e Rosenfeld (1987), é difícil estabelecer a relação entre produção e consumo de água pela cana-de-açúcar, pelo fato de que o consumo varia de acordo com o estágio fenológico e do ciclo da cana-de-açúcar, como também das condições climáticas e da água disponível no solo, entre os diversos fatores que interferem no desenvolvimento da cultura.

Os períodos críticos em relação à água ocorrem no estabelecimento da cultura (emergência e perfilhamento – do plantio até o fechamento da cultura, que dura de 60 a 120 dias) e no crescimento vegetativo, que ocorre entre 120 e 240 dias após o plantio (DAP) (ALMEIDA et al., 2006). Nesse último período tem-se a maior taxa de alongamento dos colmos e do sistema radicular, e por isso a evapotranspiração da cultura é máxima (KEATING et al., 1999). Dependendo da fase fenológica da cultura, a deficiência hídrica causa injúrias e o nível de dano varia em seu grau, dependendo da duração do estresse (FARIAS et al., 2008).

O coeficiente cultural ( $K_c$ ) é a razão entre a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) e a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) e é variável de acordo com o estágio fenológico da planta. Normalmente os coeficientes são obtidos em experimentos científicos eliminando os efeitos de outras variáveis que possam interferir no desenvolvimento normal das culturas.

Segundo Leal e Sedyama (2004), a  $ET_0$  deveria caracterizar a demanda evaporativa proporcionada pela condição meteorológica, e o coeficiente cultural seria a medida da restrição imposta pelo sistema solo-água-planta para atender a demanda hídrica. No entanto, algumas pesquisas demonstram que a  $ET_c$  não pode ser estabelecida para todas as situações climáticas com um simples valor de  $K_c$  e que estes devem ser determinados para cada estágio de desenvolvimento e em diferentes condições climáticas. O valor do coeficiente cultural ( $K_c$ ), varia durante o ciclo vegetativo conforme o crescimento e desenvolvimento da cultura, do mesmo modo que a taxa de cobertura da superfície do solo.

O coeficiente cultural para a cana-de-açúcar de acordo com o tabelado pela FAO (Tabela 1), varia de 0,4 a 0,6 na fase inicial, de 1,10 a 1,30 na fase de desenvolvimento (intermediária) e de 0,60 a 0,75 na fase final no processo de maturação, dependendo das condições climáticas e do regime de umidade do solo e é de fundamental importância para o manejo da irrigação (DOOREMBOS; PRUITT, 1975).

Tabela 1. Valores do coeficiente cultural (Kc) da cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Valores do coeficiente cultural (Kc) da cana-de-açúcar					
Idade da cultura (meses)			Coeficiente (Kc)		
Cana-planta	Cana-soca	Estádio de desenvolvimento	Mínimo	Médio	Máximo
0 - 2	0 - 1	Do plantio até 0,25 de cobertura	0,4	0,5	0,6
2 - 3	1 - 2	De 0,25 a 0,50 de cobertura	0,8	0,8	0,9
3 - 4	2 - 3	De 0,50 a 0,75 de cobertura	0,9	1,0	1,0
4 - 7	3 - 4	De 0,75 a cobertura completa	1,0	1,1	1,2
7 - 14	4 - 9	Utilização máxima	1,1	1,2	1,3
14 - 16	9 - 10	Início da maturação	0,8	1,0	1,1
16 - 18	10 - 12	Maturação	0,6	0,7	0,8

## 1.6 IRRIGAÇÃO

Segundo Bernardo et al. (2005), a irrigação é uma prática agronômica que tem por objetivo fornecer água para as plantas em quantidade suficiente e no momento adequado, o qual através do umedecimento do solo obter a produtividade máxima das culturas.

O conhecimento das relações solo-água-planta-atmosfera é de extrema importância para melhorar o manejo da cultura da cana-de-açúcar, mesmo onde não se pratica a irrigação, possibilitando manejar a cultura de modo que nos períodos críticos da lavoura, em relação à água, coincidam com a maior disponibilidade hídrica do local. (TEODORO, 2011).

A elevação dos custos de produção, aumentou a dificuldade de obtenção de produtividades economicamente viáveis em determinadas regiões do Brasil, cuja baixa produtividade, é causada principalmente pelas restrições hídricas, tornando-se importante o uso de irrigação como ferramenta para aumento de produtividade.

Para a definição da necessidade do uso e manejo da irrigação e qual o tipo a ser utilizado, se faz necessário o conhecimento da fisiologia da cultura explorada, períodos críticos de consumo e seus reflexos na produtividade e das condições edafoclimáticas da região. A irrigação pode ser feita por distintos métodos e sistemas, com suas características próprias, o qual para a definição da utilização da irrigação tem-se que utilizar de informações baseadas nas características do solo, das condições atmosféricas, ou de ambos, que permite conhecer as características da região para definir qual o melhor manejo e sistema para a cultura explorada (HERNANDES, 1999).



Tradicionalmente, a maioria dos estudos de irrigação em cana-de-açúcar no Brasil tem origem na região nordeste, assim como o uso em larga escala, onde é cultivada há séculos, mas historicamente sempre teve baixas produtividades, principalmente devido ao déficit hídrico, e somente conseguiu aumentos significativos de produtividade com o uso maciço da irrigação, mas no mundo todo são relatados aumentos de produtividade com uso da irrigação, dentro das varias formas de utilização, como a de salvação, semiplena e plena.

Na Austrália cerca 60% da cana produzida requer algum tipo de irrigação, 40% dos cultivos da África do Sul são feitos com irrigação e em alguns países como a Suazilândia e no Sudão a cana não consegue crescer sem irrigação (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005).

As unidades produtoras do estado de Mato Grosso, que estão localizadas na região de solos de cerrado, embora ocorram precipitações que variam em média de 1300 a 1800 mm anuais, apresenta evapotranspiração na faixa de 1200 a 1500 mm, (SOUZA et al, 2013) proporcionando elevados déficits hídricos, principalmente para as áreas colhidas no meio e final de safra pela dificuldade que as mesmas tem para brotação e crescimento posterior ao término do período chuvoso ao final do mês de abril.

A irrigação em cana-de-açúcar proporciona aumento da produtividade em colmos e açúcar por hectare, aumenta a longevidade do canavial, maximiza a eficiência dos insumos durante o ciclo da cultura, proporciona melhor qualidade da matéria prima e racionaliza o uso da mão de obra empregada e a garantia de produção de matéria prima. (CARDOZO, 2005). Os benefícios proporcionados pela irrigação dependem de diversos fatores e dentre eles o método e o sistema de irrigação utilizado.

O modelo de irrigação a ser utilizado depende da lâmina de água a ser aplicada e dos custos, sendo que para a cultura da cana-de-açúcar, basicamente existem três modelos de aplicação, ou seja: de salvação, complementar e plena. A irrigação de salvação, basicamente se resume a aplicação de uma lâmina de 30 a 60 mm para proporcionar melhor brotação e desenvolvimento inicial e parte desta modalidade se faz com o uso da vinhaça, o qual é denominado de fertirrigação. Na irrigação complementar, as lâminas variam de 180 a 300 mm subdivididas de 3 a 5 parcelas e a irrigação plena procura atender toda a demanda hídrica da cultura variando de acordo com a região, de 400 a 750 mm por ciclo de cultivo anual (TEODORO, 2011).

O custo com irrigação depende do modelo utilizado e da lâmina aplicada, e segundo Rosenfeld (2004) lâminas de até 60 mm, os sistemas mais baratos são os modelos denominados de “convencional” e o carretel autopropelido, mas à medida que ocorre aumento da lâmina aplicada, o custo se torna muito alto devido à mão de obra e consumo de energia.

Para lâminas acima de 500 mm os sistemas mais baratos são: o pivô rebocável e o gotejamento, respectivamente.

A irrigação plena, ainda é pouco utilizada no Brasil, porém seus benefícios para a cultura são vários e segundo Mاتيoli et al. (1996), os benefícios da irrigação em cana-de-açúcar podem ser definidos em: diretos; que consistem o aumento de produtividade e longevidade de soqueira, e os indiretos, são os benefícios relacionados com a diminuição dos custos, no processo produtivo, redução no custo de transporte, devido ao arrendamento de terras a longa distancias da unidade industrial, e a possibilidade de aplicação de fertilizantes, via fertirrigação.

A irrigação não precisa ser necessariamente de uma única modalidade, o qual em uma elaboração de projeto de irrigação, tem-se que determinar as demandas de água da cultura em função das características do clima, do solo, do período de safra e do manejo varietal, de modo a utilizar cada modalidade da melhor forma possível.

## 1.7 EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA – (EUA)

Vários estudos têm sido conduzidos para a avaliação da eficiência do uso da água (EUA), que pode ser definida como o saldo da massa seca produzida por unidade de água consumida, o qual é de grande importância para desenvolvimento de modelos de manejo de irrigação como também para as previsões de safra e de produção (SING et al., 2007; FARIAS et al., 2008; WINDENFELD; ENCISO, 2008; MACHADO et al., 2009).

Internacionalmente, as unidades mais usadas são: mega grama (tonelada) de massa verde ou seca, por mega litro de água ( $\text{Mg ML}^{-1}$ ) e o quilograma do produto (massa verde ou seca) por  $\text{m}^3$  de água. No caso da cultura da cana-de-açúcar pode ser expressa também em tonelada  $\text{mm}^{-1}$ . Inman-Bamber e Smith (2005) sugerem a formula:  $EUA = \frac{Y_c}{ET_c}$  onde,  $Y_c$  é a produtividade da cultura e  $ET_c$  a evapotranspiração da cultura.

Doorembos & Kassam (1994) relatam que para as regiões tropicais e subtropicais os valores de cana irrigada ficam entre 5 a 8  $\text{kg m}^3$  e de 0,6 a 1,0  $\text{kg m}^3$  em produção de sacarose. Gava et al. (2011) em experimento com as variedades RB867515, RB855536 e SP80-3280, em cana-planta e cana-soca, em regime de sequeiro e irrigação, observaram que a eficiência do uso da água (EUA) em cana de sequeiro foi de 13,9  $\text{mm t ha}^{-1}$  e para o tratamento irrigado 14,6  $\text{mm t ha}^{-1}$  respectivamente.

Wiedenfeld e Enciso (2008) encontrou valores de 7,0 Mg ML<sup>-1</sup> a 11,6 Mg ML<sup>-1</sup>, em experimento na região semiárida do sul do Texas, com a variedade TCP87-3388, e Oliveira et al. (2011) em experimento com variedades de maturação precoce, e maturação média à tardia, observaram incrementos de 48,6 kg ha<sup>-1</sup> a 70,6 kg ha<sup>-1</sup> para as variedades de maturação precoce, e de 56,4 a 104,1 kg ha<sup>-1</sup> para as variedades de maturação média à tardia.

Para a região Centro Oeste do Brasil, em solos de cerrados não existem referências a respeito deste índice, tornando-se necessário, estudos para determinação destes valores para as variedades cultivadas, o qual contribuirá para avaliação do uso de irrigação como ferramenta de aumento de produtividade.

## 1.8 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

O crescimento é um termo quantitativo, relacionado a mudanças de tamanho e ou massa e a dinâmica do crescimento vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004) pode ser medida e acompanhada, através do uso de fórmulas matemáticas, a qual serve para medir a produtividade biológica e avaliar a contribuição dos diferentes órgãos da planta no crescimento final. Uma das principais vantagens no uso da metodologia, é que permite a obtenção de informações em intervalos de tempo regulares, sem a necessidade de laboratórios ou equipamentos sofisticados, sendo que para estas análises são necessárias somente a medição da massa seca (fitomassa), a dimensão da área foliar, e de outros órgãos da planta, o qual tenha interesse na informação, portanto pode ser considerado um método padrão para se medir a produtividade biológica de uma cultura em seu ambiente de produção (MAGALHÃES, 1979).

A análise de crescimento tem sido usada pelos pesquisadores de plantas com o objetivo de explicar as diferenças de crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações no ambiente.

A partir de análises sequenciais do acúmulo de fitomassa e dos índices fisiológicos é possível fazer a análise de crescimento da cultura (GAVA, 2001) e a partir dos dados obtidos de massa seca e área foliar, podem ser estimados alguns índices fisiológicos tais como: acúmulo de massa seca, índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de produção de massa seca (TPMS), entre outros (MAGALHÃES, 1979; LUCCHESI, 1984; PEREIRA; MACHADO, 1987; BENINCASA, 1988; PORTES; CASTRO, 1991).

Na cana-de-açúcar, os índices mais avaliados são: a produção de massa seca, (MS) índice de área foliar (IAF), crescimento através da taxa de alongação do colmo (TEC), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de crescimento relativo (TCR).

O acúmulo de massa seca em comunidades vegetais apresenta uma curva sigmoide, com três fases: crescimento logarítmico, crescimento linear e senescência, conforme relatam diversos autores (SALISBURY; ROSS, 1992; TAIZ; ZEIGER, 2004), tendo sido observado o mesmo comportamento na cultura da cana-de-açúcar, segundo relatos de Silveira (1985) e Gava et al. (2001).

Oliveira et al. (2010), em experimento, instalado em Carpina-PE, com diversas variedades, observaram que o acúmulo de matéria seca no colmo se caracterizou em três fases de desenvolvimento, sendo a primeira até aos 120 DAP, com acúmulo médio na parte aérea de 8 Mg ha<sup>-1</sup>, com destaque para as variedades RB763710 e RB855522, que acumularam respectivamente 14 e 10 Mg ha<sup>-1</sup>, enquanto que na segunda fase, dos 120 DAP aos 300 DAP, o acúmulo foi mais elevado, com taxas médias entre as variedades estudadas com produções finais de 49 Mg ha<sup>-1</sup>. Na terceira fase os valores observados de acúmulo final de massa seca variou de 62 a 85 Mg ha<sup>-1</sup>, sendo que os maiores foram observados nas variedades RB92579 e SP81-3250.

Oliveira et al. (2007), avaliando três variedades em Paranaíba, no norte do Paraná, observaram que o aumento de massa seca foliar foi crescente nas cultivares RB855113 e RB855536, com ligeiro decréscimo na colheita aos 497 DAP. Machado et al. (1982) observaram que após 100 dias de ciclo a massa seca dos colmos representa 70% de toda massa seca da planta e que ao redor de 400 DAP apenas 9%. Almeida et al. (2008) observaram que a variedade RB92579 acumulou 53 e 35 t MS ha<sup>-1</sup> em cana-planta e soca respectivamente em experimento nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas – Al.

Dantas Neto (2006), em estudo com irrigação e níveis de adubação, no município de Capim - PB observou que houve diferença entre os níveis de adubação no número final de colmos, mas não nos níveis de irrigação, provavelmente pelo aproveitamento da precipitação do período. Almeida et al. (2008) em estudos feitos nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, em Rio Largo - AL observaram que em cana-planta, o maior perfilhamento ocorreu aos 120 dias para todas as cultivares estudadas, com a variedade RB92579 apresentando o maior número de perfilhos (27,6 perfilhos m<sup>-1</sup>) enquanto a média das demais cultivares estudadas foi de 20,6 perfilhos m<sup>-1</sup> e repetindo os resultado em cana-soca com valores de 14,4 perfilhos m<sup>-1</sup> para a RB92579 e 11,0 perfilhos m<sup>-1</sup> para a média das demais.

Em Carpina – PE, Oliveira et al. (2010) observaram que o maior perfilhamento ocorreu nas variedades RB92579 e SP81-3250 e para as variedades consideradas de maturação precoce o maior perfilhamento ocorreu aos 90 DAP e para as variedades consideradas de maturação tardia aos 60 DAP, com exceção para das variedades RB72454 e SP78-4764 que apresentaram máximo perfilhamento aos 90 dias e Ramesh e Mahadevaswamy (2000) observaram maior perfilhamento na variedade CO8208 aos 120 dias após o plantio.

Nas condições de Rio Largo – AL, em experimento no campus Delza Gitai, Costa et al. (2011) observaram que as plantas apresentaram crescimento linear do IAF até aos 120 dias após o corte, verificando valores de  $4,7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  para a variedade RB931530 e  $4,1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ , para a variedade SP70-1011, e  $3,7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  para a variedade RB92579 e  $3,6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  para a RB93509 respectivamente, e a partir deste período, cada variedade apresentou valores diferenciados em função do perfilhamento e da área foliar. O índice foliar observado por Oliveira et al (2007), na região noroeste do Paraná, em três variedade de cana-de-açúcar mostrou que as variedades RB72454 e RB855113, apresentaram o máximo IAF aos 377 dias com resultados de 4,8 e 5,8  $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$  respectivamente, e a variedade RB855536 apresentou IAF máximo aos 323 DAP com 4,5  $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$ . Farias et al (2008) no estado da Paraíba – PB, em estudo com a variedade SP79-1011 observaram o máximo IAF aos 151 DAP em cultivo irrigado e aos 146 DAP para cultura de sequeiro com 6,8  $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$ , em ambas as épocas.

Em experimento no município de Carpina – PE, Oliveira et al (2010) observaram que a maior taxa de produção de massa seca (TPMS) foi obtida com a variedade RB92579 com  $232 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , e Gava et al. (2001) em estudo com palhada (T1) e sem palhada (T2) no município de Piracicaba – SP, observaram para os dois tratamentos, que a maior TPMS ocorreu aos 137 dias DAC, e o valor máximo observado foi de  $22,4 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e a média de  $11 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e para o tratamento T2, e para o tratamento T1,  $18,5 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e média de  $7 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ . Para a taxa de crescimento relativo o valor máximo foi de 0,137 e 0,135  $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  nos tratamentos T2 e T1 respectivamente, e médias semelhantes para os dois tratamentos.

Oliveira (2004) conduziu um experimento em Paranaíba – PR e observou comportamentos distintos entre cultivares, o qual a variedade RB855113 foi a cultivar que apresentou a maior TCR no período, com  $0,092 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e a cultivar RB855536 apresentou a menor TCR, com  $0,059 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. S.; SOUZA, J. L., TEODORO, I; BARBOSA, G. V. S.; FERREIRA JUNIOR, R. A.; SOUZA, R. C.; COSTA, C. T. S.; OLIVEIRA JUNIOR, M. B.; SILVA, P. B. Análise da disponibilidade hídrica sobre o crescimento de quatro variedades de cana-de-açúcar em alagoas. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. JOÃO PESSOA-PB, 2.006.

ALMEIDA, A. C. S. dos.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I; BARBOSA, G.V.S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JUNIOR, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedade de cana-de-açúcar em relação a disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência Agrotécnica**. Lavras: v. 32, n.5, p. 1441-1448, set/out., 2008.

BELL, M. J.; GARSIDE, A. L. Shoot and stalk dynamics and the yield of sugarcane crops in tropical and subtropical Queensland, Australia. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p. 231–248, 2005.

BERNARDO, S.; SOARES, A.; MANTOVANI, E. **Manual de irrigação**. 7ª ed. Editora da UFV, Viçosa – MG: 2005. 611 p.

BISWAS, B. C. **Agroclimatology of the sugar cane Crop**. Geneva: (Technical Bulletin), WMO, 1988n. 703, 1988. 90 p.

BNDES/CGEE. **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: BNDES, 2008. 316 p.

BONNETT, G. D.; HEWITT, M. L.; GLASSOP, D. Effects of high temperature on the growth and composition of sugarcane internodes. **Australian Journal of Agricultural Research**. Victoria. V. 37. P 1087-1095, 2006.

BRAY, E. A. Plant responses to water deficit. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v. 2, p. 48-54, 1997.

CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. (Ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. cap. 2, p. 95-104.

CARDOZO, A. A. Manejo de cana-de-açúcar em áreas com irrigação complementar. In XXII Simpósio de Agroindústria da Cana-de-Açúcar no Estado de Alagoas, 32, 2005, Maceió-AL. Anais. CD-ROM.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991, 157 p.

CASTRO, H. S. **Rendimento Agrícola e Forrageiro de três cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) em diferentes épocas de corte**. 2008. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira - Cana-de-açúcar. Quarto levantamento Safra 2013/2014. Brasília: CONAB, abril 2014. 19 p.

COSTA, C. T. S.; FERREIRA, V.M.; ENDRES, L.; FERREIRA, D. T. R.G.; GONSLVES, E. R. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. **Revista Caatinga**. Mossoró: v. 24, p. 56-63, jul.set., 2011.

DANTAS NETO, J.; FIGUEREDO, J.L.C.; FARIAS, C. H. DE A.; AZEVEDO, H. M. DE; AZEVEDO, C. A.V.DE. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 10, p. 283-288, 2006.

DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. ; M.; LANDELL, M. G. A. **Cana-de-açúcar**. Instituto Agrônomo de Campinas. 2008. 882p.

DOOREMBOS, J., KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. n. 33. Campina Grande, Ed. UFPB, 1994, 306 p. (FAO. Estudos FAO. Irrigação e drenagem.).

DOOREMBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1975, 179 p. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 24).

FAOSTAT. Food and agricultural commodities production. Disponível em: <http://fostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=en>. 2013. Acesso em 20 abril 2014.

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P.D.; DANTAS NETO, J.; GHEIY, H. R. Eficiência no uso da água na cana-de-açúcar sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de zinco no litoral paraibano. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal. v.28, n.3, p.494-506, jul./set 2008.

FLEXAS, J. et al. Decreased Rubisco activity during water stress is not induced by decreased relative water content but related to conditions of low stomatal conductance and chloroplast CO<sub>2</sub> concentration. **New Phytologist**, Cambridge, v. 172, p. 73-82, 2006.

GAVA, G. J.C .; TRIVELIN, P. C.O.; OLIVEIRA de, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, p. 1347-1354 nov. 2001.

GILBERT, R. A.; SHINE JÚNIOR, J. M.; MILLER, J. D.; RAINBOLT, C. R. The effect genotype environmental and time harvest on sugar cane Yields in Florida, USA. **Field crops Research**. Amsterdam, v. 95, p. 156-170, 2006.

GONÇALVES, E. R. **Fotossíntese, osmorregulação e crescimento inicial de quatro variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal)-Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2008.

HERNANDES, F. B. T. Manejo da irrigação. **Curso de capacitação em agricultura irrigada**. Unesp-Ilha Solteira, 1999. [www.agr.feis.unesp.br/curso](http://www.agr.feis.unesp.br/curso). Acessado em 10 janeiro 2014.

ICIDCA, Instituto Cubano de Pesquisa dos Derivados da Cana-de-Açúcar. Diversificação, matérias-primas, derivados do bagaço, derivados do melaço, outros derivados, resíduos, energia. **Manual dos derivados da cana-de-açúcar**: Brasília - DF: IBIPTI, 1999.

INMAN-BAMBER, N. G. Sugarcane waters stress criteria for irrigation and drying off. **Field Crops Research**. V. 89, p.107-122, 2004. *In* Elsevier Science, Amsterdam, 2004.

INMAN-BAMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, v. 92, p. 185-202, 2005.

JUNQUEIRA, A.A.B.; DANTAS, B. A cana-de-açúcar no Brasil. In: MALAVOLTA, E. et al. (eds). **Cultura e adubação da cana-de-açúcar**. São Paulo: Instituto Brasileiro da Potassa. 1964. p. 27-60.

KEATING,B.A. ROBERTSON, M.J. MUCHOW, R.C. HUTH, N.I. Modeling sugarcane production systems I. Development and performance of the sugarcane module. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.48, p.27-36, 1.999.

KRAMER, J. P. **Water relation of plants**. New York. Academic Press. 1983. 489 p.



KWON, H.; PENDALL, E.; EWERS, B. E.; CLEARY, M.; NAITHANI, K. Spring drought regulates summer net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange in a sagebrush-steppe ecosystem. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 148, p. 381-391, 2008.

LEAL, B. G.; SEDIYAMA, G. C. Modelo matemático para determinação da curva do coeficiente de cultura, Kc. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa – MG. V.12, n.12, p. 124-133, abr.-jun. 2004.

LUCCHESI, A. A.; Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz**. Piracicaba: v. 41, p. 181-201, 1984.

LUCCHESI, A. A. Processo fisiológicos da cultura da cana-de-açúcar (Saccharum SSP.) **Boletim Técnico ESALQ/CENA, Piracicaba**, n.7, p. 1-50, 1995.

MARTINS, F.A.; DOS SANTOS, M. L.; FERRERA, DE L.J. Importância do Agronegócio para o Crescimento Econômico de Brasil e Estados Unidos. **Gestão & Regionalidade** [Online], 28 (Encero-Abril) 2012. Disponível em <<http://www.redalyc.org/articulo>>. Acesso em: 13 jan. 2014.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**.: v. 44, n. 12, p. 1575 —1582. Dez 2009.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. *In* FERREI, M. G. (Ed) **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Edusp, 1979. V.1, p. 295-301.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JUNIOR, G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 295-301, 2001.

MATIOLI, C. S.; PERES, F. C.; FRIZZONE, J. A. análise de decisão sobre a viabilidade da irrigação suplementar de cana-de-açúcar colhida no mês de julho na região de Ribeirão Preto – SP. *In* Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 25, Congresso Latino Americano de Engenharia Agrícola, (2). Bauru. **Resumos...** Jaboticabal: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996, p. 386.

OLIVEIRA, R. **Análise de crescimento da cana-de-açúcar, na região do noroeste do Paraná**. 2004.65 p. Dissertação Mestrado – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. 2004.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; ZAMBOM, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; SILVA, D. K. T. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 37, n.2, p. 71-76, jun. 2007.

OLIVEIRA, E. C. A. de; OLIVEIRA, R. I de; ANDRADE, B. M. T. de; FREIRE J. F. LIRA JUNIOR, A. M.; MACHADO, R. PAULO. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 951-969, 2010.

OLIVEIRA, E. C.A de.; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, A.C. de.; SIMÕES NETO, D. E.; ROCHA, A. TAVARES da.; CARVALHO, L. ALVES de. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: n.6, p. 617-625, jun. 2011.

PARK, S. E.; ROBERTSON, M.; INMAN-BAMBER, N. G. Decline in the growth of a sugarcane crop with age under high input conditions. **Field Crops Research**. Amsterdam, v. 92, p.305-320, 2005.

PEIXOTO, A.A. Considerações sobre história e genética da cana-de-açúcar, é uma tese sustentada em 1842. **Brasil Açucareiro**, v.82, n.5, 1973.

PEREIRA, A. R. MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, 1987, 33 p. (Boletim Técnico).

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: EDUR, 2004. 191 p.

RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. **Journal of. Agronomy and Crop Science**. Berlin: v.185, p.249-258, 2000.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo – SP. Fundação Cargill. Piracicaba. CENA. 1985. 445 p.

ROACH, B. T; DANIELS, J. A Review of the origin and improvement of sugarcane. In: **COPERSUCAR International Sugarcane Breeding Workshop**. São Paulo: COPERSUCAR, 1987. p. 1-31.

ROSENFELD, U. Irrigação em cana-de-açúcar, situação atual e perspectivas para o futuro. *In* **XXII Simpósio da Agroindústria da Cana-de-açúcar no estado de Alagoas**. Maceió - AL. Anais da Stab Regional Leste. (CD-ROM, 2004).

ROZEFF, N. El cañicultor: las incógnitas de los retoños. **Sugar Journal**, New Orleans, v. 61, n. 1, p. 9, 1998.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4 ed. California Wadsworth Publishing Company, 1992. 682 p.

SCARDUA, R; ROSENFELD, U. Irrigação da cana-de-açúcar. In PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. V.1, p. 373-431.

SILVEIRA, J. A. G. **Interação entre assimilados de nitrogênio e o crescimento da cana-de-açúcar (*saccharum spp.*) cultivada em condições de campo**. 1985, 152 p. Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiróz” Universidade de São Paulo Piracicaba, 1985.

SINGH, P. N.; SHUKLA, S. F.; BHATNAGAR, V. K. Optimizing soil moisture regime to increase water use efficiency of sugarcane (*Saccharum spp.* Hybrid complex) in subtropical India. **Agricultural Water Management**. Amsterdam, v. 90, p. 95-100, 2007.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**. V. 98, P. 91-97, 2006.

SOUZA de, A. P.; MOTA da, L. L.; ZAMADEI, T.; COMPOE, C. C.; ALMEIDA de, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p. 34-43, out/dez, 2013.

TAIZ, L.; ZEIZER, E. **Fisiologia Vegetal**. E. ed. Porto Alegre – RS. Artmed. 2004. 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. p. 423-460.

TEODORO, I. **Respostas Técnico-econômicas da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e adubação nitrogenada**. 2011. 81 p. Tese Doutorado – Universidade Federal de Campina Grande – PB. 2011.

TERUEL, D. A.; BARBIERI, V.; FERRARO JUNIOR, L. A. Sugar cane leaf área index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agrícola**, v. 54 Piracicaba, v. 54, p.39-44, 1997.

VAN DILLEWINJ, C. **Botany of sugarcane**. The Chronica Botanica. Waltham: 1952. 371 p.

VIANA, T.V.A. **Evapotranspiração obtida com o sistema razão de Bowen e um lisímetro de pesagem em ambiente protegido**. Piracicaba, SP, 2000. 138p. Tese Doutorado) - Escola Superior “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2008.

WANG, H.; SAIGUSA, N.; YAMAMOTO, S.; KONDO, H.; HIRANO, T.; TORIYAMA, A.; FUJINUMA, Y. Net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange over a larch forest in Hokkaido, Japan. **Atmospheric Environment**, New York, v. 38, p.7021-7032, 2004.

WIEDENFELD, B.; ENCISO, J. Sugarcane responses to irrigation and nitrogen in semiarid south Texas. **Agronomy Journal**, Madison, v. 100, n. 3, p. 665-671, 2008.

## **CAPITULO I – IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO DE TRÊS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CERRADO DO MATO GROSSO.**

### **INTRODUÇÃO**

A expansão do setor Sucroenergético com objetivo de produção de energia renovável seja pela produção de etanol para fins carburantes e ou aditivo, levou a expansão da cultura da cana-de-açúcar para as regiões com solos de baixa fertilidade, álicos, ácricos e precipitações com má distribuição. Esta expansão ocorreu mais intensamente na região central do Brasil, nas áreas de solos de cerrado com predominância do clima tipo AW segundo a classificação de Köppen (SOUZA, et al., 2013), com distribuição inadequada de chuvas, que provoca elevado déficit hídrico, limitando a produtividade e dificultando o manejo da cultura.

Nos últimos anos, houve um aumento do custo final de produção dos principais produtos, açúcar e etanol, e isto se deve ao custo de produção da matéria prima, que participa com a maior percentagem nos componentes do custo final. Produtividades economicamente viáveis dependem de boas condições edafoclimáticas, tais como baixo déficit hídrico, solos de boa fertilidade e utilização de diversas tecnologias como ferramenta de manejo da cultura.

Conforme a fase fenológica, o déficit hídrico pode ter maior ou menor impacto na produtividade agrícola (RAMESH, 2000; PIMENTEL, 2004) e a fase de maior sensibilidade ao déficit hídrico é quando ocorre rápido desenvolvimento da cultura, onde as plantas apresentam grande área foliar e necessitam de maior quantidade de água para a troca gasosa (PIRES et al., 2008). Em uma análise dos impactos da deficiência hídrica na produção de cana-de-açúcar (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005), concluíram que a água é fator limitante à produção da cana-de-açúcar, pois à medida que sua disponibilidade aumenta, a cultura expressa seu potencial produtivo apresentando diferenças de resposta entre as variedades e que a variabilidade temporal das variações hídricas no solo, determinada pela irregularidade das chuvas, é o fator isolado que exerce maior influência na oscilação do rendimento. A suscetibilidade da cana-de-açúcar à deficiência hídrica, é maior na fase de alongamento dos colmos, o que causa sérios prejuízos na formação de fitomassa e no rendimento de sacarose.

Além do aspecto de produtividade de massa e longevidade do canavial, se deve avaliar a quantidade de açúcares produzida por área plantada ( $\text{kg ART ha}^{-1}$ ), mais importante do que em termos de tonelada de cana por hectare (SILVA et al., 2003) considerando que os

rendimentos (quantidade/tonelada) dos produtos finais, açúcar e etanol, dependem dos teores de açúcares contidos no colmo, e como a forma de pagamento ao produtor de cana-de-açúcar é pelos teores de açúcares totais recuperável na indústria (ATR), tornou-se importante a produção de açúcar por tonelada por área, para a viabilidade econômica da atividade.

No estado de Mato Grosso, nos últimos anos, a exemplo de todo o Brasil, tem ocorrido a antecipação e a postergação da safra, sendo que o período de safra tem sido de meados de abril a novembro. Em princípio, os canaviais que sofrem os maiores déficits hídricos são os colhidos no final de safra, devido ao seu estágio fenológico, cujo coeficiente cultural ( $K_c$ ) é em torno de um, coincidindo com o termino do período chuvoso em abril, aumentando no período de intenso crescimento, onde a exigência em água é maior para o seu pleno desenvolvimento. Redução de 35% de fitomassa de cana-de-açúcar foi observada por (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005) em plantas jovens em período de alta demanda evaporativa. Por outro lado, considerando o período de safra e as condições edafoclimáticas, da região em estudo, variedades de maturação precoce, colhidas no início de safra, embora apresentem menor déficit hídrico em seu ciclo, tem grande perda de produtividade em anos atípicos, quando o período chuvoso se inicia mais tarde, em meados de outubro e que serão as primeiras a serem colhidas no início da próxima safra, devido ao período mais curto com umidade no solo para o seu desenvolvimento.

Outro fator que pode interferir na produtividade das variedades, é a ocorrência do florescimento, pelo fato do período indutivo na região, ocorrer do início de fevereiro ao final do mês de março (PEREIRA et al., 1997), e quando ocorre a indução floral, a transformação da gema apical em botão floral, impede a formação de novos internódios limitando a produtividade. Normalmente, o teor de umidade mínima dos solos que permitiria o desenvolvimento vegetativo, vai até meados de maio, e nesse caso, após a indução (fevereiro. e março) a meados de maio não ocorrerá a formação de novos internódios, e sim somente a alongação daqueles já formados.

O conhecimento da variação das fases de desenvolvimento durante todo o ciclo é de suma importância para que se possa quantificar o crescimento nas diferentes fases da cultura (TERUEL et al., 1997), e o estudo dos fatores de análise de crescimento, permite a avaliação das variedades nos diferentes ambientes e estádios fenológicos. (BENINCASA, 1988; GAVA, 2001; OLIVEIRA et al., 2005) que orientaria a recomendação de manejo mais adequado das variedades, nos diferentes ambientes de produção. Embora nos últimos anos tenha sido disponibilizado ao setor uma gama muito grande de novas variedades, e investimentos em novas tecnologias, a exemplo da irrigação, os trabalhos de pesquisas nesta área nas novas

fronteiras agrícolas ainda são incipientes, como também os conhecimentos das particularidades e respostas ao uso das mesmas.

Em função das diversas variáveis que envolvem o manejo da cultura da cana-de-açúcar nas novas fronteiras de produção, instalou-se um experimento em área de cerrado no estado de Mato Grosso, com o objetivo de avaliar o comportamento de três variedades, submetidas à diferentes lâminas de irrigação por gotejamento, para avaliação do comportamento da cana-de-açúcar, nos aspectos morfológicos, de crescimento e de produção.

## RESUMO

Com a tendência da expansão da cultura da cana-de-açúcar no Brasil Central, região de solos de cerrado, que apresentam limitação de produção devido às condições climáticas, com elevado déficit hídrico, devido à maior perda por evaporação do solo e transpiração das plantas, e de solos álicos, ácricos, com baixa retenção de água, típico destes ambientes de produção, que impedem o aprofundamento das raízes, resultando em menor tolerância à seca, é essencial o desenvolvimento de trabalhos para melhor conhecimento do manejo da cana-de-açúcar, irrigada nesta região. Conduziu-se um experimento a campo, em uma área comercial da Destilaria de Alcool Libra Ltda., localizada no município de São José do Rio Claro, na região do médio Mato Grosso, em solos de cerrado, para avaliar o comportamento dos aspectos de produção, morfológico e de crescimento das variedades RB937570 de ciclo precoce, RB867515 de ciclo médio e RB92579 de ciclo tardio, submetida a quatro lâminas de irrigação e a testemunha sem irrigação. O critério para cálculo das lâminas, foi estabelecido em função da curva de retenção de água no solo, estabelecida entre as faixas de 10 e 40 kPa, sendo,  $L_0$  (testemunha sem irrigação),  $L_1$  (33%),  $L_2$  (66%),  $L_3$  (100%) e  $L_4$  (133%) da lâmina base ( $L_3$ ) respectivamente. O plantio foi realizado no início de junho de 2011. As avaliações foram realizadas ao longo de dois ciclos da cultura no período de 01 de junho de 2011 a 15 de setembro de 2013. A colheita da cana-planta foi realizada, em maio, julho e setembro 2012 e a da cana-soca 360 dias após o primeiro corte. A irrigação proporcionou aumentos de produtividade (TCH) e de açúcares por área (TPH). As variedades apresentam diferenças de comportamento quanto as variáveis morfológicas, de crescimento e de produção dependendo do manejo aplicado, época de corte e lâmina aplicada. A variedade RB92579 foi a mais produtiva, seguida da RB867515 e da RB937570.

**Palavras-chave:** *Saccharum* spp. Análise de crescimento. Cana-de-açúcar em solo de cerrado. Déficit hídrico. Manejo de variedades.



## ABSTRACT

With the trend of expanding cultivation sugar cane in central Brazil, the region of savanna soils, which have limited production due to climatic conditions with high water deficit due to the greater loss by soil evaporation and plant transpiration, and alluvial soils, acidic with low water retention, typical of these production environments that prevent the deepening of the roots, resulting in reduced drought tolerance, it is essential to develop better understanding of the management of irrigated sugarcane in this region. A field experiment in a commercial area of the Libra Distillery Alcohol Ltda. was conducted in São José do Rio Claro county, in the middle region of Mato Grosso state in savanna soils to assess the behavior of the aspects of production, morphological and growth of early-maturing variety RB937570, medium maturing variety RB867515 and late-maturing variety RB92579, subjected to four irrigation levels and with no irrigation. The criterion for calculation of the irrigation level was established as a function of water retention in the soil curve established between the range of 10 or 40 kPa being  $L_0$  (no irrigation),  $L_1$  (33%),  $L_2$  (66%),  $L_3$  (100%) and  $L_4$  (133%) of the base level ( $L_3$ ), respectively. Planting was done in early June 2011. The evaluations were conducted over two crop cycles in the period from June 1, 2011 to September 15, 2013. The harvest of sugarcane plant was done in May, July and September 2012 and the ratoon 360 days after the first cut. The irrigation increased productivity (TCH) and sugar per area (TPH). Varieties differ in behavior of the morphological variables, growth and production depending on the management applied, harvest date and irrigation level. The RB92579 variety was the most productive, followed by RB867515 and RB937570.

**Key words:** *Saccharum* spp. Growth Analyses. Sugarcane in savanna soil. Water deficit. Management of Varieties.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS.**

### **2.1 LOCAL**

O experimento foi instalado na Destilaria de Álcool Libra Ltda., localizada no município de São José do Rio Claro, às margens da rodovia MT 010, km 50, no médio norte do estado de Mato Grosso, com as seguintes coordenadas geográficas: 13° 48' 03'' S e 56° 27' 03'' W, e altitude de 460 metros acima do nível do mar.

### **2.2 CLIMA**

O clima do local de estudo, no estado de Mato Grosso, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, denominado de clima tropical de savana, com temperaturas médias superiores a 18°C em todos os meses. A estação seca ocorre no outono e inverno, e a estação chuvosa, na primavera e verão (Figura 1). As precipitações totais anuais variam aproximadamente de 1200 mm a 2000 mm, com os maiores níveis na região Norte e Médio Norte (SOUZA, et al., 2013).

Nesta região, no período de inverno nos meses de junho, julho e agosto, coincidentes com o período seco, ocorrem as maiores amplitudes térmicas diárias, ao contrario da estação de verão, onde ocorre o maior período chuvoso, pelo fato do vapor de água atenuar a radiação da atmosfera, apresentando menor diferença entre as temperaturas diurnas e noturnas, principalmente as temperaturas máximas em decorrência das alterações na radiação direta e difusa com a nebulosidade (SANTOS et al., 2013).

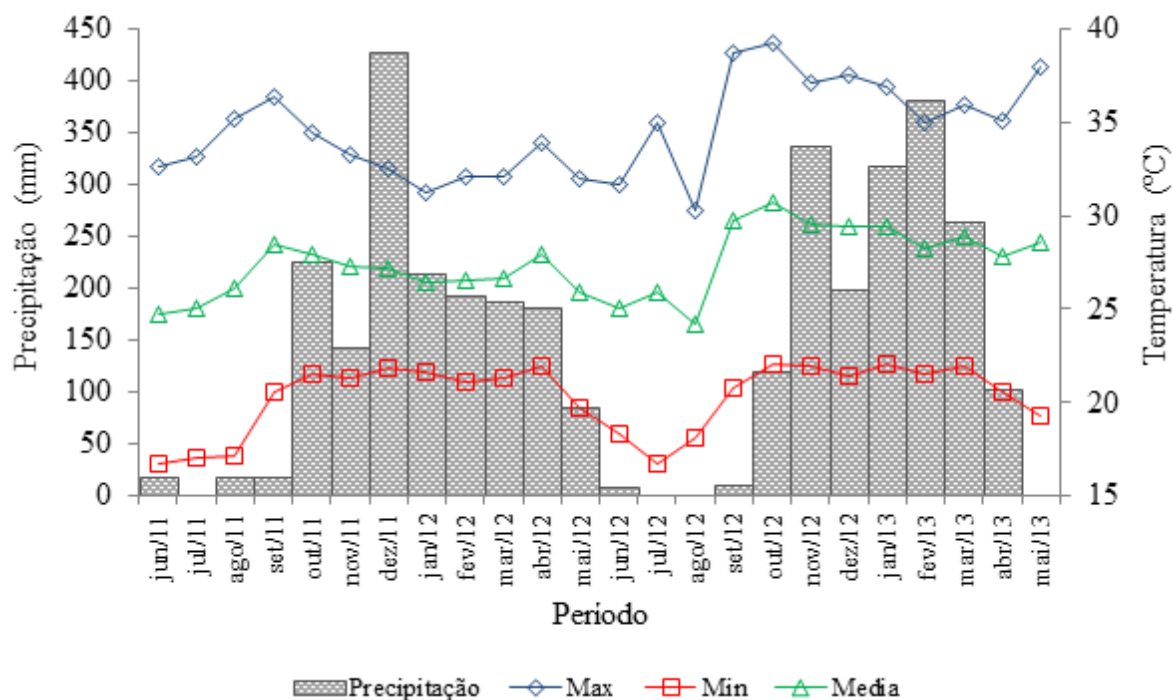


Figura 1. Precipitação (mm), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C) e temperatura média (°C), durante o período de avaliação entre junho de 2011 a maio 2013. (dados coletados no local do experimento. - São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 2.3 SOLOS

O solo onde foi instalado o experimento caracteriza-se como Latossolo Vermelho Distroférico, típico argiloso e muito argiloso (SANTOS et al., 2006). As características físico-químicas do solo constam na Tabela 2.

Tabela 2. Características físicas e químicas do solo da área experimental. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).

Camada (cm)	pH H <sub>2</sub> O	M.O. (g dm <sup>-3</sup> )	P <sub>melich</sub> (mg dm <sup>-3</sup> )	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	Areia	Silte	Argila
				cmol <sub>c</sub> / dm <sup>3</sup>						%	g/kg		
0 - 20	5,40	22,00	3,10	3,25	0,18	2,62	2,01	4,80	8,10	59,70	406	102	492
20 - 40	4,70	19,00	1,90	4,25	0,24	1,20	1,14	2,60	6,80	37,80	390	99	510
40 - 60	4,50	14,00	0,70	3,75	0,16	1,04	1,03	2,20	6,00	37,30	370	106	524

## 2.4 MUDAS ADUBAÇÃO E PLANTIO

O plantio foi feito no dia primeiro de junho de 2011, e as mudas utilizadas foram oriundas dos viveiros da destilaria, utilizando 18 gemas por metro linear. Os rebolos foram cortados previamente, contendo três gemas cada um, utilizando somente os rebolos com as três gemas viáveis e distribuídas simetricamente nos sulcos de plantio de cada parcela.

Para o controle de pragas do solo, fez-se a aplicação de 200 gramas p.a  $\text{ha}^{-1}$  de inseticida, contendo o principio ativo Fipronil, anterior à cobertura dos rebolos.

A adubação de plantio e da cana-soca, foi de acordo com os resultados da análise de solo, utilizando a recomendação de Raij et al. (1977) para todos os tratamentos. Na adubação do plantio, aplicou-se 600 kg por hectare da fórmula 06-30-22, fornecendo 36 kg de N, 180 de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e 132 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ . Anterior ao plantio do experimento houve o cultivo de soja, que tem como característica alta capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico, o qual deixa um residual no solo para a cultura sucessora.

Em cana-soca, aplicou-se 600 kg por hectare, da formula 18-00-24 fornecendo 108 kg de N, e 144 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ . A aplicação do fertilizante, em cana-planta, foi feito manualmente no fundo do sulco de plantio, e na cana-soca, ao lado da linha, utilizando como fonte de nitrogênio, o nitrato de amônio.

## 2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi implantado no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas. Foram avaliados cinco níveis de lâminas de irrigação e três variedades de cana-de-açúcar.

Para as parcelas, foram consideradas as lâminas de irrigação, assim determinadas:  $L_0$ , tratamento testemunha sem irrigação,  $L_1$ , 33% da lâmina base,  $L_2$ , 66% da lâmina base,  $L_3$ , lâmina base, calculada de acordo com a tensão de retenção de água no solo, e  $L_4$ , 33% acima da lâmina base.

As subparcelas (oito linhas de 10 m, espaçadas de 1,5 m entre linhas) foram constituídas pelas variedades RB937570, RB867515 e RB92579, utilizadas no manejo varietal de unidades instaladas em regiões de cerrado do estado de Mato Grosso, correspondentes as colheitas para início, meio e final de safra, respectivamente.

## 2.6 PARCELA EXPERIMENTAL

Cada parcela (Figura 2) foi composta de 24 linhas de 10 metros lineares, com espaçamento de 1,50 m entre linhas para os tratamentos de irrigação, e a subparcela composta de oito linhas para variedade, o qual, as três linhas centrais foram utilizadas para a colheita e avaliação final dos aspectos de produção, duas linhas para as amostras destrutivas, para determinação de massa seca da parte aérea e dos colmos e outras determinações, com uma linha de bordadura entre as três linhas centrais e as linhas para análise destrutiva.

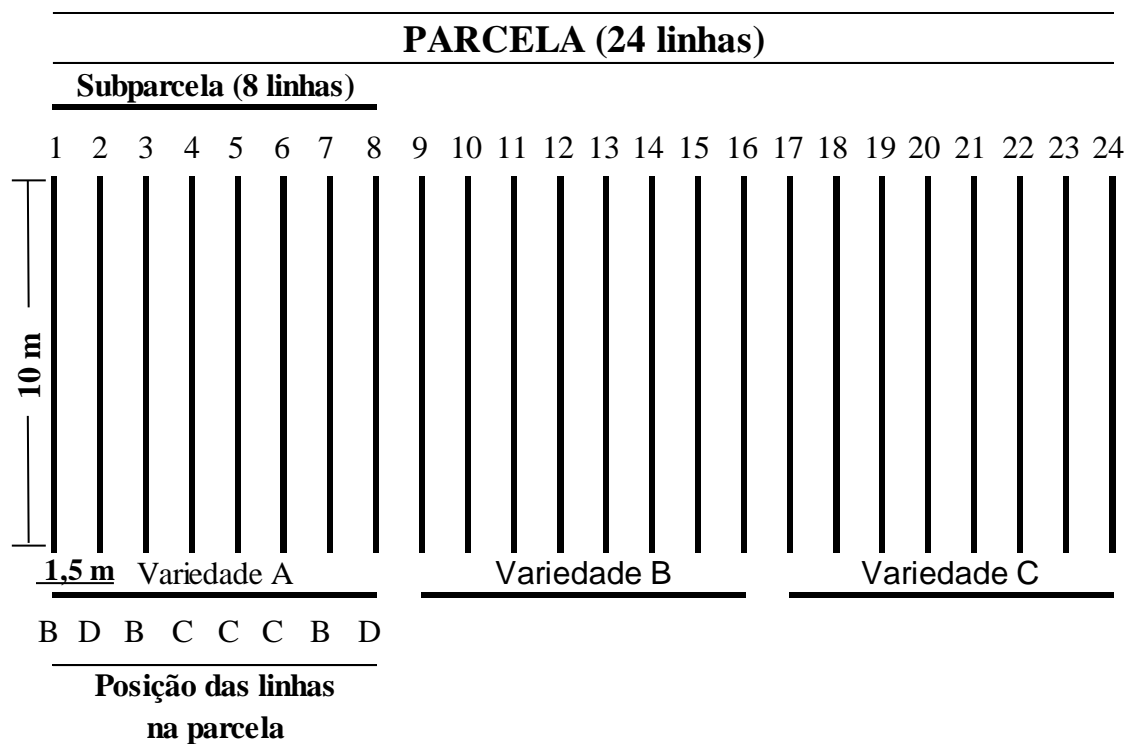


Figura 2 Croqui da parcela, subparcela e distribuição da forma de utilização das linhas de plantio. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Onde:

B – bordadura;

D – linha para coleta da amostra destrutiva;

C – linhas centrais, utilizada para contagem de colmos e avaliações de colheita.

## 2.7 VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR

O critério de escolha das três variedades foi a característica de maturação, para que se avaliasse o efeito da irrigação em períodos diferentes de colheita, o que permitiria a obtenção de informações em todo o período de safra, que em Mato Grosso vai de meados de abril a meados de novembro. Para a região do estudo a RB937570 tem maturação precoce, a RB867515, maturação média e a RB92579, embora tenha característica de maturação média pode ser colhida mais ao final de safra pelo fato de não florescer na região. As variedades RB867515 e RB92579 são plantadas atualmente em todo o Brasil e para cada região apresenta particularidades específicas de acordo com as condições de clima e de manejo (Tabela 3).

As características das variedades (RIDESA, 2010), conforme os dados das entidades que as desenvolveram estão demonstradas no quadro abaixo:

Tabela 3. Características das variedades, RB937570, RB867515 e RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

CARACTERÍSTICAS		RB937570	RB867515	RB92579
Produtividade Agrícola		Alta	Alta	Alta
Período de colheita		Mai.-Ago.(1)	Jul. - set.	out. - jan.(3)
Perfilhamento	Cana-Planta	Médio	Médio	Alto
	Cana-Soca	Alto	Médio	Alto
Brotação de soca	Cana queimada	Muito boa	Muito boa	Muito boa
	Cana crua	boa	Boa	Boa
Velocidade de crescimento		Médio	Rápido	Lento
Florescimento		Frequente	Eventual (2)	Eventual
Maturação		Precoce - média	Media - Tardia	Longo
PUI		Longo	Médio	Longo
Exigência em ambientes		Média restrição	Média restrição	Média restrição
Teor de sacarose		Alto	alto	Alto
Teor de Fibra		Médio	Médio	Médio
Resistência a doença	Carvão	Tolerante	Tolerante	-
	Ferrugem Marron	Resistente	Resistente	Tolerante
	Escaldadura	Tolerante	Tolerante	Resistente
	Mosaico	Moderadamente suscetível	Tolerante	-

(1) Devido ao florescimento que ocorre na região, e à maturação, é colhida no início de safra

(2)Na região do cerrado do Médio Norte de Mato Grosso floresce intensamente

(3) Indicação de colheita para a região NE, para a região Centro Sul em jul. - ago.

## 2.8 LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Para determinação das lâminas de irrigação, utilizou-se a curva de retenção de água do solo, ajustada pela equação de Van Genuchten (1980), utilizando-se como referência o conteúdo de água no solo à retenção de 10 kPa e de 40 kPa, para cálculo da lâmina base 100% ( $L_3$ ). A característica hidrofísica do solo a 10 kPa é de 0,3235 e no momento de irrigação ( $M_i$ ) a 40 kPa de 0,2474. As lâminas ficaram assim constituídas (Tabela 4):

Tabela 4. Discriminação das lâminas de irrigação, de acordo com a curva de retenção de água no solo na interseção dos pontos na curva em 10 kPa e 40 kPa. (São José do Rio Claro - MT, agosto 2014).

Lâminas	Discriminação
$L_0$	Testemunha
$L_1$	33%
$L_2$	66%
$L_3$	Base (100%)
$L_4$	133%

Para cálculo da lâmina líquida, conforme (SILVEIRA; STONE, 2002) utilizou-se a equação:

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{mi}) * z$$

Onde:

$LL$  = lâmina líquida de irrigação;

$\theta_{cc}$  = umidade na capacidade de campo ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^3$ );

$\theta_{mi}$  = Umidade no momento de irrigar ( $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^3$ );

$z$  = profundidade estipulada.

A lâmina bruta foi calculada pela equação:

$$LB = \frac{LL}{Efs}$$

Onde:

LL = lâmina líquida;

Efs = Eficiência do sistema adimensional (0,95).

Para as leituras de tensão de água no solo, foram instalados tensiômetros a profundidade de 15 cm, 35 cm e 55 cm. As leituras foram feitas diariamente com um tensímetro digital para controle do momento de irrigar.

A determinação do bulbo úmido foi feita, com a medição da área molhada, até a estabilização do bulbo úmido, o qual ficou em 0,45 metros de diâmetro. O comprimento da linha de plantio da parcela foi de 10 metros, portanto a área para cálculo da irrigação foi de, 4,5 m<sup>2</sup>.

A irrigação foi feita por gotejamento superficial, com utilização de tubos gotejadores de 20 mm, com espaçamentos entre emissores de 0,50 m, e a vazão nominal dos gotejadores é de 1,0 L h<sup>-1</sup>. A irrigação foi encerrada 30 dias antes da colheita para proporcionar maior estresse na planta e melhor maturação da cana-de-açúcar.

Em função das condições locais de clima e do critério utilizado, ocorreram diferentes lâminas de água para cada tratamento e consequentemente diferentes déficits hídricos para a cultura.

## 2.9 AMOSTRAGENS

Para a avaliação das variáveis estudadas, a delimitação da área para coleta das amostras destrutivas, foi feita com uso de um gabarito, com um metro linear e coletaram-se todas as plantas no espaço delimitado pelo gabarito. As amostras periódicas foram coletadas na linha da parcela destinada para este fim (Figura 2).

Do total de cada amostra da parcela, após as medições para os cálculos das avaliações biométricas, a mesma foi pesada, desfibrada em uma forrageira e posteriormente separou-se uma subamostra de 250 gramas e colocada para secagem em estufa de ar forçado a 65° C até peso constante.

Estas determinações foram feitas para a parte aérea (folha, broto lateral e panícula) e do colmo. As amostragens para cana-planta foram feitas aos 60, 112, 172, 233, 293, 338, 398 e 458 dias após o plantio (DAP) e para cana-soca em intervalos de 60 dias até os 360 dias após o corte (DAC), aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias. Na colheita da cana-planta e da cana-soca, fez-se a contagem do número de colmos, e o corte das três linhas centrais para



determinação da produtividade, (TCH) e uma subamostra de 10 canas seguidas no sulco, para determinação das qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar.

## 2.10 VARIÁVEIS AMOSTRADAS

### 2.10.1 Variáveis Morfológicas

#### 2.10.1.1 Número de colmos $m^{-2}$ – NCM

Foi determinado para cada época, através da contagem do número de plantas por metro linear, das três linhas centrais da parcela, e transformadas em número de colmos por metro quadrado.

#### 2.10.1.2 Estatura média do Colmo – EMC (cm)

Realizada em cada colmo da amostra, formada pelas plantas contidas dentro do espaço delimitado pelo gabarito, e medida com o uso de uma trena graduada em centímetros, utilizando como referência a base da lâmina foliar, com o início da bainha da folha (dew-lap) +1, até a base do colmo.

#### 2.10.1.3 Índice de área foliar - IAF ( $m^2 m^{-2}$ )

Utilizou-se o método proposto por Hermann e Câmara, (1999) onde se mede a quantidade de área foliar por  $m^2$ , utilizando a folha +3, de acordo com o “sistema Kuijper” (DILLEWINJ, 1952) através da fórmula:

$$AFc = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$$

Onde:

**C** - comprimento da folha avaliada (+3);

**L** – maior largura da folha avaliada;

**0,75** – fator de correção para a forma da lâmina foliar;

**N** – número de folhas totalmente abertas e com pelo menos 20% de área verde, considerando da folha zero até a folha +7;

**2** – fator de correção para folhas do palmito.

## **2.10.2 Variáveis de Crescimento**

### **2.10.2.1 Massa seca - (MS)**

Primeiramente separou-se a parte aérea (folha, broto lateral e panícula) do colmo, e após a separação, a parcela toda foi pesada, triturada em uma forrageira, homogeneizada e coletou-se uma subamostra de 250 gramas, pesada e colocada para secagem em estufa com ar forçado até peso constante. Para as folhas secas usou-se o mesmo procedimento, mas avaliada separadamente das folhas verdes. Os brotos e as panículas foram coletados, colocados em sacos de papel e postos para secagem.

Para os colmo fez-se o mesmo procedimento, ou seja, fez-se a pesagem de toda massa verde, e depois de triturada coletou-se uma subamostra de 250 gramas e colocadas para secagem em estufa de ar forçado a 65° C até peso constante. Com os dados da percentagem de umidade, calculou-se a quantidade de massa seca da parte aérea (folha, broto e panícula) e dos colmos.

Com os dados de massa seca da parte aérea (folhas) e do colmo fez-se a determinação de vários índices e taxas de crescimento conforme descritos a seguir.

### **2.10.2.2 Produção de massa seca - PMS ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )**

Para descrever a variação no tempo do crescimento de acúmulo de massa seca do colmo da cana-de-açúcar, da cana-planta e cana-soca, das diferentes lâminas de irrigação, utilizou-se o seguinte modelo de regressão logística:

Para cana-planta:

$$Y = \frac{A}{1 + \left(\frac{DAP}{B}\right)^c}$$

Para cana-soca:

$$Y = \frac{A}{1 + \left(\frac{DAC}{B}\right)^c}$$

Onde:

Y – é a massa seca do colmo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ );

A, B e c – são parâmetros constantes de ajustes da regressão;

DAP – dias após o plantio;

DAC – dias após o corte.

#### 2.10.2.3 Taxa de produção de massa seca - TPMS ( $\text{g m}^2 \text{ dia}^{-1}$ )

Representa o ganho de massa seca de uma planta, não considerando o material inicial existente, ou seja, é a variação ou incremento da massa seca entre duas amostragens o qual indica a velocidade de crescimento da planta ao longo do ciclo da cultura (LUCCHESI; 1984).

$$TPMS = \frac{(P_2 - P_1)}{(t_2 - t_1)} \div S$$

Onde:

$P_1$  e  $P_2$  = representam a massa seca nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ ;

S = representa a área em  $\text{m}^2$ ;

$t_1$  e  $t_2$  = intervalo em dias entre as avaliações.

#### 2.10.2.4 Taxa de crescimento relativo – TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ )

É uma das medidas mais apropriadas para avaliação do crescimento vegetal, o qual depende da quantidade acumulada gradativamente, que expressa o incremento de massa seca por unidade de massa inicial no intervalo entre uma avaliação e outra (BENINCASA, 1988; REIS; MULLER, 1979).

$$TCR = \frac{(\ln MS_2 - \ln MS_1)}{(t_2 - t_1)}$$

Onde:

$MS_1$  e  $MS_2$  = representam a massa seca nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ ;

$\ln$  = logaritmo neperiano;

$t_1$  e  $t_2$  = intervalo em dias entre as avaliações.

#### 2.10.2.5 Taxa de assimilação líquida – TAL ( $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$ )

Representa o incremento em massa seca acumulada na planta por unidade de área foliar disponível durante um determinado intervalo de tempo (BENINCASA, 1988; PEREIRA; MACHADO, 1987).

$$TAL = \frac{(MS_2 - MS_1)}{(t_2 - t_1)} \div \frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(t_2 - t_1)}$$

Onde:

$MS_1$  e  $MS_2$  = representam a massa seca nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ ;

$\ln$  = logaritmo neperiano;

$AF_1$  e  $AF_2$  = área foliar nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ ;

$t_1$  e  $t_2$  = intervalo em dias entre as avaliações.

#### 2.10.2.6 Taxa de Elongação da cultura – TEC (cm dia<sup>-1</sup>)

Representa a elongação do colmo em centímetros em um intervalo de tempo entre duas épocas de amostragem (RAMESH, 2000).

$$TEC = \frac{\text{Elongação do colmo (cm)}}{t_2 - t_1}$$

Onde:

Elongação do colmo = elongação em centímetros entre o intervalo de duas avaliações;

t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> = intervalo em dias entre as avaliações.

### 2.10.3 Variáveis de Produção

#### 2.10.3.1 Tonelada de cana por hectare (TCH)

A determinação da produtividade, tonelada de cana por hectare (TCH), foi feita através da pesagem das três linhas centrais da parcela, despontadas no nível do internódio +1, com uma célula de carga e a determinação da produtividade em tonelada por hectare, feita através da fórmula:

$$TCH = \frac{\text{peso da parcela (kg)}}{30} \times 6.666,67 \text{ m}$$

Onde:

6.6667 – número de metros lineares de um hectare a 1,50 metros de espaçamento entre linhas;

30 – metros lineares da parcela.

#### 2.10.3.2 Tonelada de cana por hectare dia em cana-planta e cana-soca (TCHD)

Para o cálculo da tonelada de cana por hectare por dia (TCHD), em cana-planta utilizou-se a seguinte fórmula:

$$TCHD = \frac{TCH(t)}{DAP^{(*)}}$$

Onde:

TCHD – tonelada de cana por hectare por dia;

TCH – tonelada de cana por hectare;

DAP – número de dias do plantio à colheita final da cana-planta.

(\*) – para a variedade RB937570 o DAP foi de 338 dias, para a variedade RB867515, 398 dias e para a variedade RB92579, 458 dias.

Para o cálculo da tonelada de cana por hectare por dia (TCHD), em cana-soca utilizou-se a seguinte fórmula:

$$TCHD = \frac{TCH(t)}{DAC^{(*)}}$$

Onde:

TCHD – tonelada de cana por hectare por dia;

TCH – tonelada de cana por hectare;

DAC – número de dias a partir do primeiro corte, até a colheita final da cana-soca.

(\*) – Para as três variedades, RB937570, RB867515 e RB92579, o DAC foi de 360 dias.

#### 2.10.3.3 Teor de sacarose (POL%)

Para determinação do teor de sacarose (POL), na colheita, foram cortados 10 colmos seguidos na linha de plantio, pesados e levados ao laboratório da Destilaria de Álcool Libra. As amostras foram trituradas, homogeneizadas e separou-se uma amostra de 500 gramas. Para os procedimentos de análise de laboratório fez-se a prensagem da amostra, a coleta do caldo que foi utilizado para a leitura sacarimétrica em um sacarímetro digital e a leitura do Brix do caldo em um refratômetro de bancada, e pesagem do bolo úmido e bolo seco, em balança de precisão. Os dados obtidos foram utilizados para os cálculos de determinação do teor de sacarose (POL).

#### 2.10.3.4 Tonelada de POL por hectare (TPH)

O cálculo de açúcar por hectare (TPH) foi calculada através da fórmula:

$$TPH = \frac{TCH \times POL}{100}$$

Onde:

POL – teor de sacarose aparente contida no caldo da cana-de-açúcar;

TCH – Tonelada de cana por hectare;

100 – Divisor para determinar o valor em percentagem.

#### 2.10.3.5 Tonelada de POL por hectare dia em cana-planta e cana-soca (TPHD)

Para o cálculo da tonelada de POL por hectare por dia (TPHD), em cana-planta utilizou-se a seguinte fórmula:

$$TPHD = \frac{TPH (t)}{DAP^{(*)}}$$

Onde:

TPHD – tonelada de POL por hectare por dia;

TPH – tonelada de POL por hectare;

DAP – número de dias do plantio à colheita final da cana-planta.

(\*) – para a variedade RB937570 o DAP foi de 338 dias, para a variedade RB867515, 398 dias e para a variedade RB92579, 458 dias.

Para o cálculo da tonelada de POL por hectare por dia (TPHD), em cana-soca utilizou-se a seguinte fórmula:

$$TPHD = \frac{TPH (t)}{DAC^{(*)}}$$

Onde:

TPHD – tonelada de POL por hectare por dia;

TPH – tonelada de POL por hectare;

DAC – número de dias a partir do primeiro corte, até a colheita final da cana-soca.

(\*) – Para as três variedades, RB937570, RB867515 e RB92579, o DAC foi de 360 dias.

#### **2.10.4 Análise estatística dos rendimentos agroindustriais**

Fez-se a análise de variância para as variáveis de rendimento agroindustrial (POL, TCH, TCHD, TPH, TPHD) e para cada variedade aplicou-se o modelo de regressão quadrática:

$$y = a + b L + c L^2$$

Onde:

y - é a variável de rendimento agroindustrial (POL, TCH, TCHD, TPH, TPHD)

L - é a lâmina de irrigação (0%, 33%, 66%, 100% e 133%)

a e b - são parâmetros do modelo de regressão a serem estimados.

Obteve-se a lâmina de irrigação, que dá o rendimento agroindustrial máximo das variedades, através da expressão:

$$L_{max} = \frac{-b}{2a}$$



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

#### 3.1 VARIEDADE RB937570

##### 3.1.1 Precipitação e lâminas de irrigação

As lâminas adicionais em cana-planta da variedade RB937570 (Figura 3), aplicadas do plantio até o início do período chuvoso, foram menores do que as esperadas devido à ocorrência de 53,90 mm de precipitação no mês de junho a setembro de 2011. Com o reinício das chuvas em outubro, não houve mais demanda de irrigação até a avaliação final, conforme critério estabelecido para as lâminas, quando o momento de irrigação (Mi) na tensão de água no solo atingisse 40 kPa.

As lâminas totais em cana-planta, variaram de 1653,4 mm, correspondendo à precipitação do período, a 1941,9 mm, somando-se às lâminas adicionais de irrigação, com 0,0 (zero) mm ( $L_0$ ), 72,0 mm ( $L_1$ ), 143,0 mm ( $L_2$ ), 217,0 mm ( $L_3$ ) e 289,0 mm ( $L_4$ ).

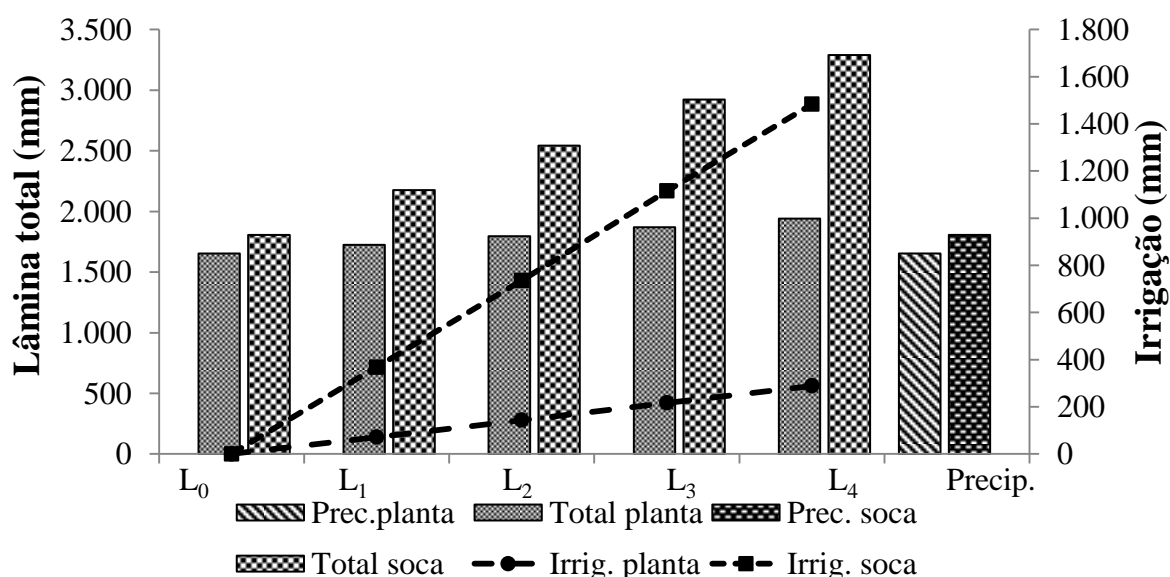


Figura 3. Lâmina total de água para os tratamentos,  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$  (precipitação, precipitação + irrigação e lâmina total). Variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Em cana-soca, (Figura3) a precipitação foi de 1807,0 mm e as lâminas de irrigação de 0,0 (zero) mm, ( $L_0$ ), 368,0 mm ( $L_1$ ), 736,0 mm ( $L_2$ ), 1115,0 mm ( $L_3$ ) e 1483,0 mm ( $L_4$ ), proporcionando uma faixa de lâmina d'água de 1807,00 mm a 3290,3 mm.

O corte da cana-planta foi feito em 15 de maio de 2012, aos 338 dias após o plantio (DAP), e a cana-soca em 15 de maio de 2013, 360 dias após o corte (DAC), que foi um ano com distribuição de chuvas mais adversa que 2011/2012, ano do plantio do experimento. Nos dois ciclos avaliados a irrigação foi interrompida 30 dias antes da colheita.

### **3.1.2 Variáveis Morfológicas**

#### **3.1.2.1 Estatura dos colmos (cm)**

Na avaliação dos dados de estatura dos colmos (cm), e número de colmos por metro quadrado, (Figura 4) utilizaram-se os dados finais de colheita e não houve diferença significativa entre as lâminas aplicadas, sendo que para a estatura dos colmos os valores são crescentes à medida que houve aumento da lâmina tanto em cana-planta como em cana-soca, (Figura 4), mas apresentando diferença significativa entre as épocas ( $p < 0,001$ ) e lâminas ( $p < 0,001$ ).

Em cana-planta, do plantio até os 112 dias (DAP) em meados de setembro, a estatura apresentou-se muito semelhante entre os tratamentos, com valores médios de 18 centímetros, (Figura 4A), pois inicialmente a planta direcionou a produção de carboidratos para a brotação, formação de perfilhos e folhas, e a partir do reinício das chuvas as diferenças se tornaram menores apresentando um crescimento rápido e diminuindo ao final do ciclo, onde na avaliação de colheita a menor estatura foi o tratamento testemunha  $L_0$ , e a maior, o tratamento  $L_4$ .

Em cana-soca (Figura 4B) o comportamento foi semelhante, onde até os 120 dias (DAC) as estaturas apresentavam diferenças menores, mas um crescimento inicial mais rápido, com valores médios de 34,93 cm, provocado pela maior lâmina de água em relação à cana-planta, e a partir desta data as diferenças se tornaram maiores para os tratamentos irrigados. Esta forma de crescimento também foi observada por Inmam-Bamber (2002), Oliveira et al. (2010).

Em todos os tratamentos ocorreu florescimento, fenômeno comum nesta região devido às condições favoráveis ao longo período de indução, que conforme Pereira (1997) o fotoperíodo indutivo para a região, vai de 13 de fevereiro a 20 de março, com 35 dias de fotoperíodo favorável, e normalmente não se tem restrição térmica para ocorrência do fenômeno.

Quando ocorre a indução floral, a gema apical, local de formação das folhas e internódios se transforma em botão floral, impedindo a formação de novos internódios e folhas e consequentemente interferindo no crescimento normal da planta, sendo que neste período ocorre somente o alongamento dos internódios já formados, onde apresentam menor diâmetro e são mais alongados. (CASAGRANDE, 1991).

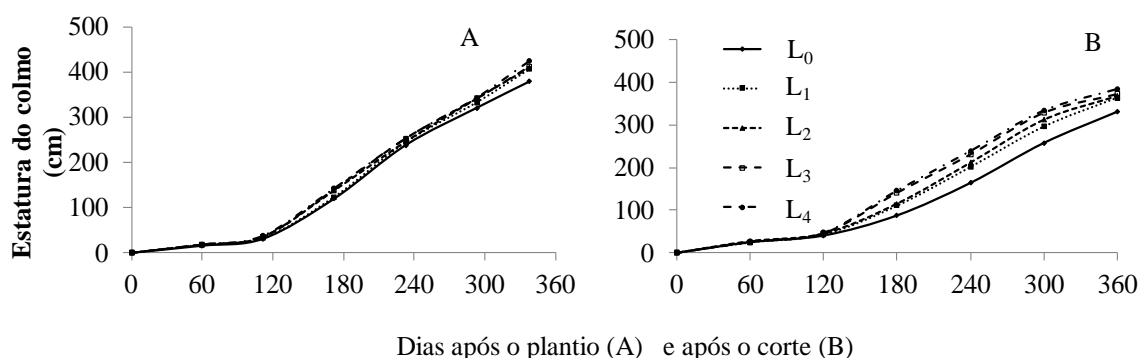


Figura 4. Estatura dos colmos (cm) em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.1.2.2 Número de colmos por metro quadrado

O maior número de colmos m<sup>-2</sup>, para todos os tratamentos em cana-planta (Figura 5A) ocorreu aos 112 dias (DAP), e decrescendo até a colheita e mesmo não ocorrendo diferença significativa na colheita houve diferenças entre épocas ( $p < 0,001$ ) ao longo do ciclo da cana-planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida et al. (2008), mas diferente de Oliveira et al. (2007) e de Oliveira et al. (2010), onde o maior número de colmos ocorreu aos 231 e aos 90 dias após o plantio respectivamente. Entre as lâminas também houve diferenças significativas ( $p < 0,001$ ), corroborando resultado obtido por Dalri et al (2008).

Na cana-soca (Figura 5B) o maior número de colmos ocorreu aos 120 dias após o corte e com tendência de redução até a colheita, resultados semelhantes aos obtidos por Almeida et al. (2008). Houve diferenças significativas entre as épocas ( $p < 0,001$ ) e lâminas ( $p < 0,001$ ), mas as percentagens de diminuição de quando ocorreu o maior número de colmos  $m^{-2}$ , para o número final de colmos na cana-planta foi de 40,92% e na soca 21,4%.

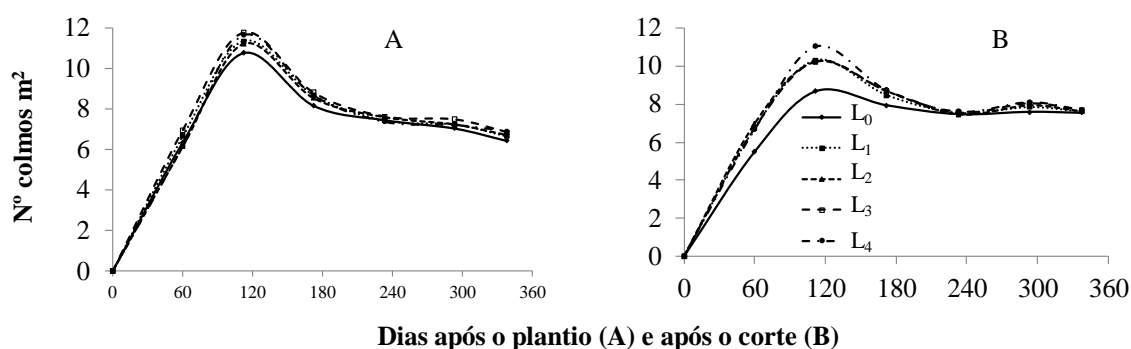


Figura 5. Número de colmos  $m^{-2}$  em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.1.2.3 Índice de área foliar – IAF ( $m^2 m^{-2}$ )

Conforme os resultados obtidos, o índice de área foliar IAF em cana-planta (Figura 6A) é crescente, ocorrendo o maior índice no período entre 233 e 293 DAP, decrescendo posteriormente no período da colheita, provavelmente devido ao fato da ocorrência do florescimento onde não há mais emissão de novas folhas e o início do processo de senescência das folhas emitidas. Houve diferenças entre os tratamentos, e os valores de IAF no período variaram de  $4,84 m^2 m^{-2}$  para a testemunha aos 233 dias, a  $5,59 m^2 m^{-2}$  para o tratamento  $L_4$  aos 293 dias após o plantio. Machado et al. (1982) relatam que o IAF ideal estaria em torno de quatro, e que seria suficiente para interceptar cerca de 95% da radiação solar, Oliveira et al. (2007) em estudo com as variedades RB72454, RB855536 e RB855113, encontraram a mesma tendência dos valores de IAF e diferenças entre as mesmas, mas os valores máximos foram encontrados no período entre 323 a 377 dias após plantio (DAP), Holanda et al. (2009) observaram valores maiores aos 215 DAP estudando as variedades RB93509 e RB98710 com índices entre  $4,25 m^2 m^{-2}$  e  $4,24 m^2 m^{-2}$ , respectivamente.

Na cana-soca o período de maior IAF (Figura 6B), foi similar ao da cana-planta, no intervalo entre 240 e 300 dias após o plantio e após o corte respectivamente, mas com valores inferiores, onde variou de  $3,75 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$  a  $5,03 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ , embora o período de maior número de colmos  $\text{m}^{-2}$  para cana-planta e cana-soca esteja próximo dos 120 dias, que não apresentou maior IAF pelo fato que nesta fase o tamanho das folhas das plantas está em estágio inicial de desenvolvimento.

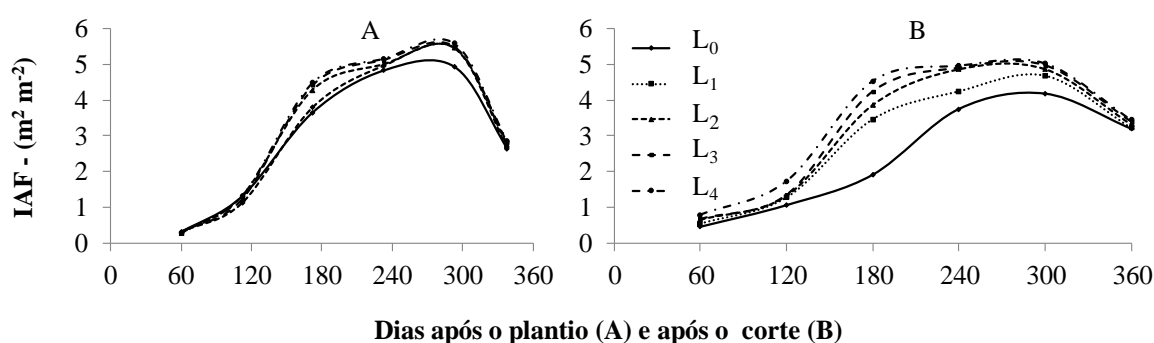
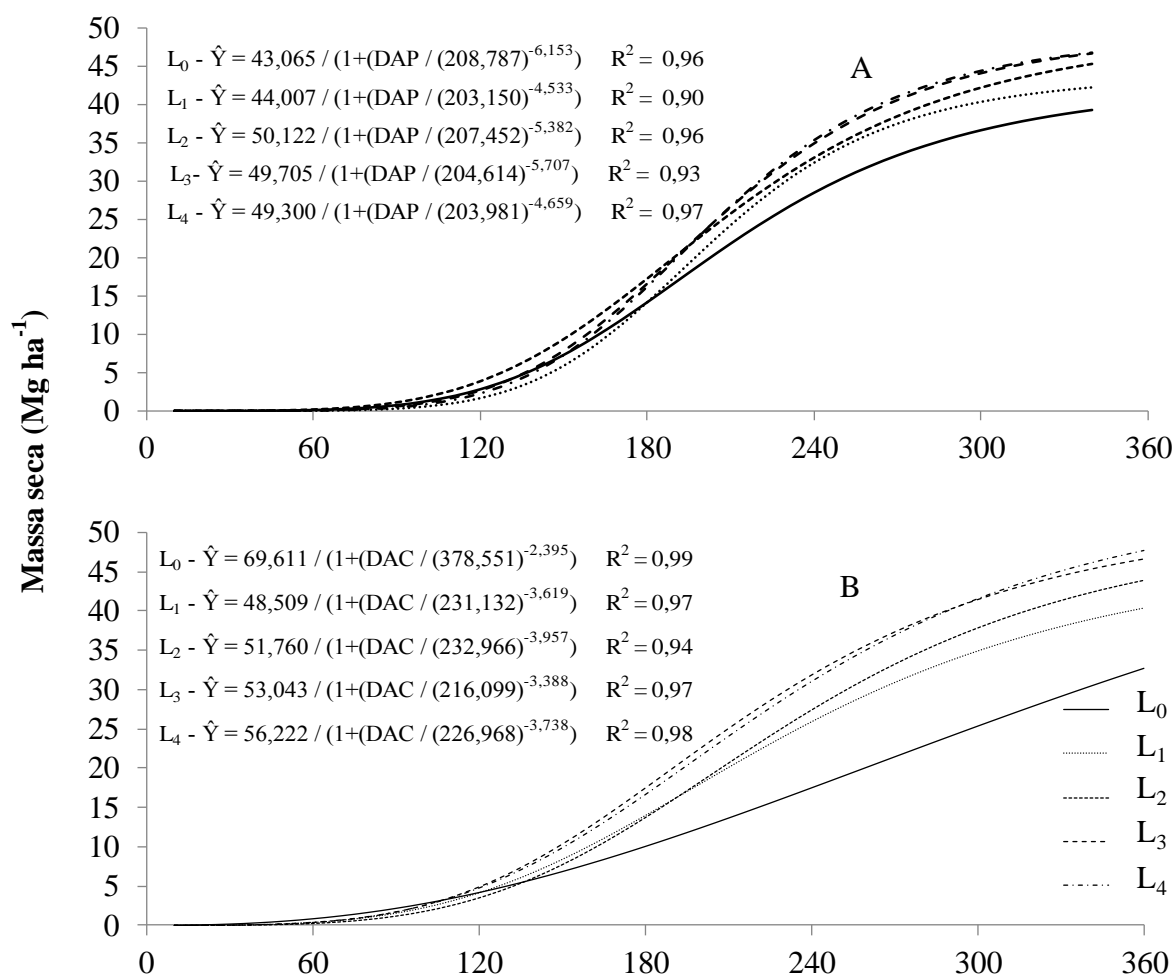


Figura 6. Índice de área foliar - IAF ( $\text{m}^2 \text{ m}^{-2}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.1.3 Análise de Crescimento

#### 3.1.3.1 Produção de massa seca ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )

Para o cálculo do acúmulo de massa seca dos tratamentos, utilizou-se de uma função logística o qual apresentou uma forma sigmoide, característica do crescimento vegetal, (SILVEIRA, et al., 1985). Observou-se que para a cana-planta (Figura 7A), que o acúmulo de massa seca dos tratamentos foram muito semelhantes até aos 112 dias DAP, e a partir deste Momento os tratamentos irrigados apresentaram maiores valores que a testemunha, com as lâminas  $L_4$  e  $L_5$  mostrando maior acúmulo, e os tratamentos  $L_2$  e  $L_3$  ocuparam posição intermediária até próximo dos 300 dias, onde a partir deste momento ocorreu uma diminuição do crescimento em todos os tratamentos.



**Dias após o plantio (A) e após o corte (B)**

Figura 7. Produção de massa seca MS (Mg ha<sup>-1</sup>), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Na cana-soca (Figura 7B), as curvas mostram uma antecipação do acúmulo da massa seca em relação à cana-planta, mas o mesmo comportamento em relação aos tratamentos irrigados e não irrigados. As lâminas  $L_4$  e  $L_5$  apresentaram os maiores acúmulos, mas a produção de massa seca da testemunha, na cana-soca em relação à cana-planta foi menor, provavelmente devido ao maior déficit hídrico no período e a maior lâmina aplicada nos tratamentos irrigados na cana-soca.

### 3.1.3.2 Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$ )

A taxa de produção de massa seca (TPMS) avalia o crescimento vegetal, relacionando o acúmulo de material orgânico em função da área por unidade de tempo (LUCCHESI, 1984), e nesse estudo observou que as curvas para a cana-planta apresentou em de forma de sino (Figura 8A) para todos os tratamentos, e indicou que houve produção crescente até atingir um máximo de acúmulo por dia, e posteriormente um decréscimo até a colheita.

Observa-se que o acúmulo de massa seca (MS) até os 60 dias DAP foi muito pequeno, devido ao tempo necessário para a brotação e início do perfilhamento, sendo que neste período o acúmulo médio de massa seca para todos os tratamentos foi de  $0,17 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$ . Na fase que coincide com o maior número de perfilhos  $\text{m}^{-2}$ , aos 112 dias, período em que a planta utilizou a energia para brotação, produção perfilhos e folhas, a TPMS foi de  $3,94 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$ , correspondendo a  $2,36 \text{ t ha}^{-1}$  de massa seca no período.

As maiores taxas de crescimento para todos os tratamentos ocorreram aos 233 dias, onde o tratamento  $L_4$  (lâmina base) produziu 32,89, o ( $L_3$ ) 31,45, o ( $L_2$ ) 27,05 e ( $L_1$ ) 25,04 e a testemunha ( $L_0$ ) 24,42  $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$  respectivamente, sendo que as maiores lâminas ( $L_3$  e  $L_4$ ) proporcionaram em média 31,74% a mais que o tratamento testemunha ( $L_0$ ).

A partir deste período, ocorre um decréscimo da taxa até a colheita, onde todos os tratamentos apresentam taxas muito próximas provocado provavelmente pela ocorrência de florescimento, o qual, a partir do início de abril não houve mais a formação de novas folhas e internódios.

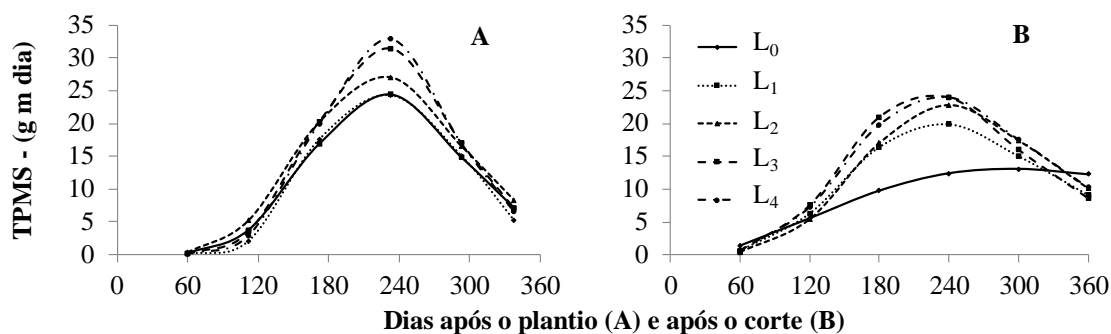


Figura 8. Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Na cana-soca (Figura 8B), houve a mesma tendência, mas com maiores taxas, devido a maior velocidade de brotação da soca em relação à cana-planta, como também pelo fato das lâminas totais da cana-soca ter sido maiores para os tratamentos irrigados comparados à cana-planta. O período de maior taxa, foi aos 240 dias DAC, onde o tratamento ( $L_4$ ) produziu 23,99, o ( $L_3$ ) 23,97, o ( $L_2$ ) 22,82 e ( $L_1$ ) 19,89 e o ( $L_0$ ) 12,43  $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$  respectivamente, sendo que as maiores lâminas ( $L_3$  e  $L_4$ ) proporcionaram em média 92,92% a mais que o tratamento testemunha ( $L_0$ ), mostrando o efeito do estresse hídrico sofrido pela testemunha.

### 3.1.3.3 Taxa de crescimento relativo – TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ )

A taxa de crescimento relativo representa o incremento na massa seca por unidade de massa inicial, em um intervalo de tempo (BENINCASA, 1988), e observa-se que os maiores incrementos para todos os tratamentos ocorreram aos 60 dias após o plantio (DAP) e corte (DAC) (Figura 9A e 9B) com média entre os tratamentos de 0,0185 e 0,0215  $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$  respectivamente, resultado diferente ao de Silva et al. (2005), que observaram em cana-soca, valores máximos aos 100 dias após o corte (DAC), mas decréscimo semelhante, aos 300 dias DAC.

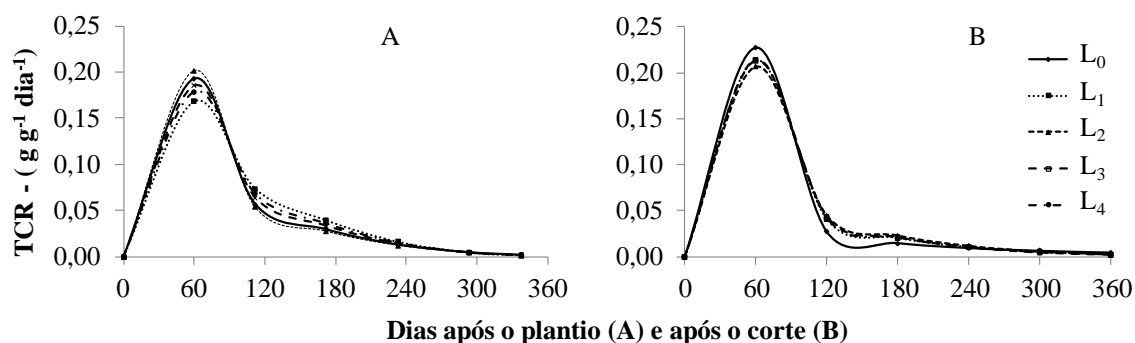


Figura 9. Taxa de crescimento relativo TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

A cana-soca apresentou TCR menores a partir dos 120 DAC com 0,039  $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ , enquanto que a cana-planta teve 0,063  $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ , mas para os dois ciclos, cana-planta e cana-



soca, as taxas foram muito semelhantes em todos os tratamentos, a partir dos 293 e 300 dias respectivamente.

Este comportamento corrobora os mesmos encontrados por Ramesh (2000), Gava et al. (2001) e Oliveira et al. (2005), onde relatam que a TCR máxima ocorre no início do crescimento e posteriormente um decréscimo até a fase de maturação, devido a competição intraespecífica por luz, nutrientes, água e temperatura, no ambiente de produção.

#### 3.1.3.4 Taxa de assimilação líquida – TAL ( $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$ )

A taxa de assimilação líquida (TAL), representa o incremento de massa seca pela unidade de área foliar, o que reflete a capacidade da planta em aumentar sua fitomassa em função de sua área assimilatória num intervalo de tempo, em outras palavras, seria a estimativa da fotossíntese líquida, representando o material produzido pela fotossíntese e o perdido pela respiração (PEREIRA; MACHADO, 1987).

Segundo Magalhães (1985), devido ao auto sombreamento, a TAL diminui com o aumento do IAF confirmando os resultados obtidos neste experimento. Em cana-planta e cana-soca (Figura 6A e 6B), o IAF é crescente, para todos os tratamentos, apresentando os maiores índices dos 240 aos 300 dias, coincidindo com o período em que a TAL, passa a ser menor a partir dos 233 dias em cana-planta e aos 240 dias em cana-soca.

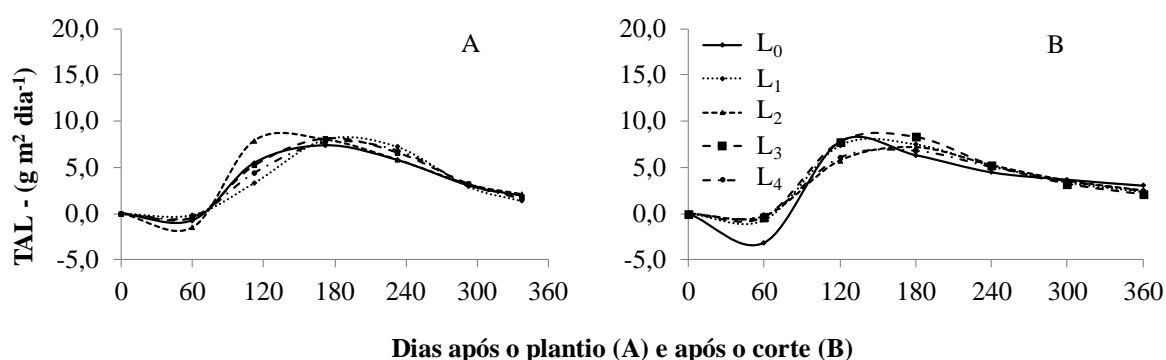


Figura 10. Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

As maiores taxas ocorreram aos 172 dias em cana-planta (Figura 10A) e aos 180 dias em cana-soca (Figura 10B), com comportamento muito semelhante e também ao final dos ciclos na cana-planta e cana-soca, devido à ocorrência de florescimento, a TAL é muito baixa, devido a menor área foliar das plantas.

### 3.1.3.5 Taxa de elongação do colmo – TEC (cm)

As maiores taxas de elongação da cultura em cana-planta (Figura 11A), ocorreram aos 172 e 233 dias após o plantio (DAP), coincidindo com o período chuvoso da região. Os crescimentos médios para cana-planta foram de 1,68 e 1,83 cm dia<sup>-1</sup> DAP respectivamente, e as menores taxas no período de 0 (zero) a 112 DAP onde coincide com o período de maior número de colmos m<sup>-2</sup>, com 0,29 e 0,33 cm dia<sup>-1</sup> respectivamente.

Na cana-soca (Figura 11B), as menores taxas também ocorreram na fase inicial, mas com taxas maiores, 0,43 e 0,31 cm dia<sup>-1</sup> DAC, provavelmente devido às maiores lâminas aplicadas, enquanto que as maiores taxas ocorreram mais tardiamente, no período entre 240 e 300 dias após o corte (março a maio), com 1,49 e 1,61 cm dia<sup>-1</sup>, o qual podem ter sido provocadas pela ocorrência de florescimento, onde a elongação do colmo é mais rápida ou temperaturas mais altas.

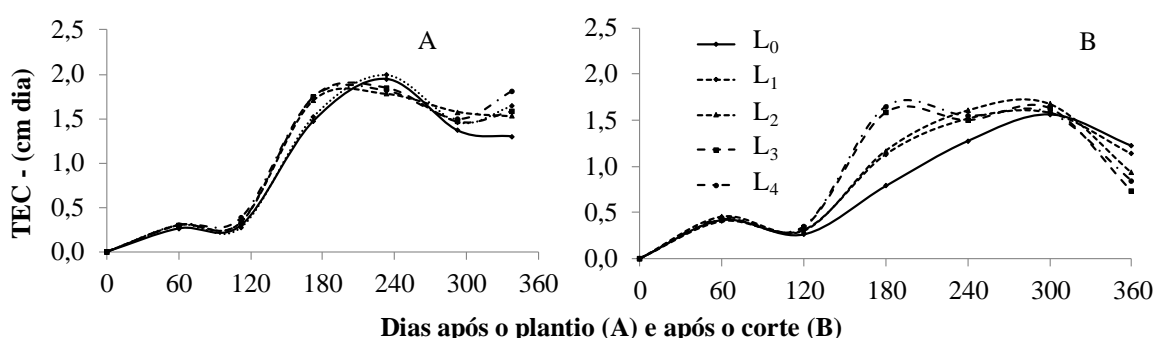


Figura 11. Taxa de elongação do colmo TEC (cm dia<sup>-1</sup>) em cana-planta (A) e soca (B) nas lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Glaz et al. (2002) e Ramesh (2000), relataram que em condições de altas temperaturas e disponibilidade de água, o crescimento é altamente favorecido assim como a elongação dos

colmos, devido ao florescimento.

### 3.1.4 Variáveis de Produção

#### 3.1.4.1 Tonelada de cana por hectare - TCH

O modelo de regressão quadrática da variável TCH em cana-planta (Figura 12A), em função das lâminas de irrigação aplicadas, foi altamente significativo ( $p < 0,001$ ), explicando 99,93% das variações da produtividade agrícola, em função das variações das lâminas de irrigação conforme a equação:  $TCH_{RB937570} = 114,92 + 28,09 L - 6,36 L^2$ .

Com isso, o tratamento sem irrigação ( $L_0$  - testemunha), a estimativa de TCH seria de  $114,92 \text{ t ha}^{-1}$  e o máximo de produtividade de TCH ocorreria para a lâmina  $L_4$  (133 % da lâmina base), com  $141,01 \text{ t ha}^{-1}$ . Esta produtividade do tratamento  $L_4$  representaria um acréscimo de 22,70% em relação ao tratamento não irrigado, indicando que não houve crescimento linear do aumento de lâmina, com o aumento de produtividade.

Em cana-soca (Figura 12B), o modelo de regressão apresentou comportamento semelhante, com alta significância ( $p < 0,001$ ) explicando 99,43% das variações de produtividade para os tratamentos de acordo com a equação:  $TCH_{RB937570} = 107,65 + 14,36 L + 3,85 L^2$ .

Desta forma, o tratamento testemunha ( $L_0$ ) sem irrigação, teria uma produção estimada de 107,65 TCH, enquanto que a produtividade, para o tratamento com lâmina máxima,  $L_4$  (133%), seria de 133,54 TCH, representando um aumento de 24,05% em relação ao tratamento testemunha.

Observou-se, que os ciclos, cana-planta e cana-soca, tiveram comportamentos semelhantes em relação a lâminas e produtividades, cujos incrementos de ganhos, foram muito próximos (Figura 12A e 12B), mesmo com a cana-soca recebendo uma lâmina de água superior (Figura 3).

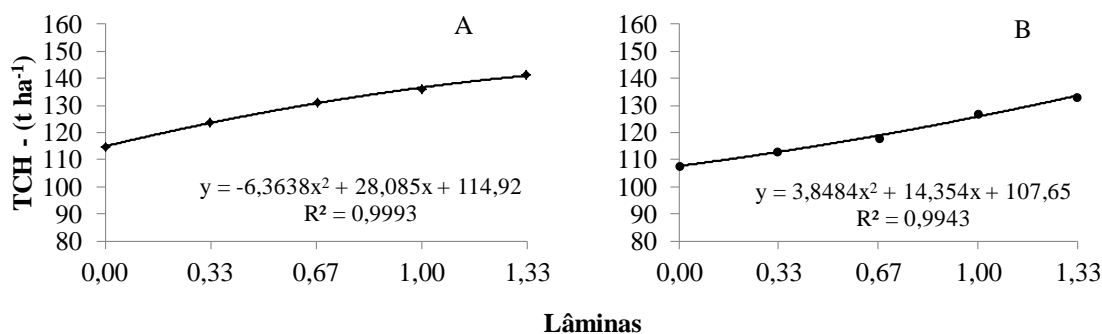


Figura 12. Produtividade, tonelada de cana ha<sup>-1</sup> (TCH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Os incrementos de produção em cana-planta e cana-soca, foram inferiores, aos encontrados por Dalri et al. (2008), com a variedade RB72454, Carvalho et al. (2009), com a variedade SP79-1011 e Oliveira et al. (2011) em estudo com onze variedades, mas deve se considerar as diferenças de ambientes de produção, variedades estudadas e sistemas de irrigação, mas corrobora o incremento de produtividade com o uso de irrigação.

#### 3.1.4.2 Tonelada de cana por hectare por dia – TCHD

Em cana-planta, a colheita ocorreu 338 dias após o plantio (DAP), e o resultado da regressão para a variável t ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (TCHD), explicou também 99,43% das variações totais, através do modelo de equação:  $TCHD_{RB937570} = 0,340 + 0,083 L - 0,019 L^2$ .

Para o tratamento sem irrigação L<sub>0</sub> (Figura 13A), a estimativa de produção diária seria de 0,340 t ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e o máximo de produtividade de TCHD ocorreria para a lâmina L<sub>4</sub> (133%), com 0,417 TCHD, resultando em 22,65% maior que a testemunha.

Na cana-soca (Figura 13B), a colheita foi feita aos 360 dias após o corte (DAC) e o resultado do modelo de regressão quadrática foi altamente significativo, explicando 94,44% das variáveis totais conforme a equação:  $TCHD_{RB937570} = 0,299 + 0,041 L - 0,011 L^2$ .

Desta forma, a produtividade para o tratamento testemunha (L<sub>0</sub>), seria de 0,299 TCHD e a produção máxima de TCHD, 0,371 t ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. A produção do tratamento L<sub>4</sub> (133%) foi maior que a testemunha L<sub>0</sub> (testemunha) em 24,08%.

Considerando os valores encontrados por Dalri; Cruz, (2008), em experimento com a variedade RB72454, a média de produção do segundo e terceiro corte de TCHD variaram de

0,37 a 0,54, ao passo que a média deste experimento, considerando o primeiro e segundo cortes, variou de 0,34 a 0,38 TCHD (Figura 13).

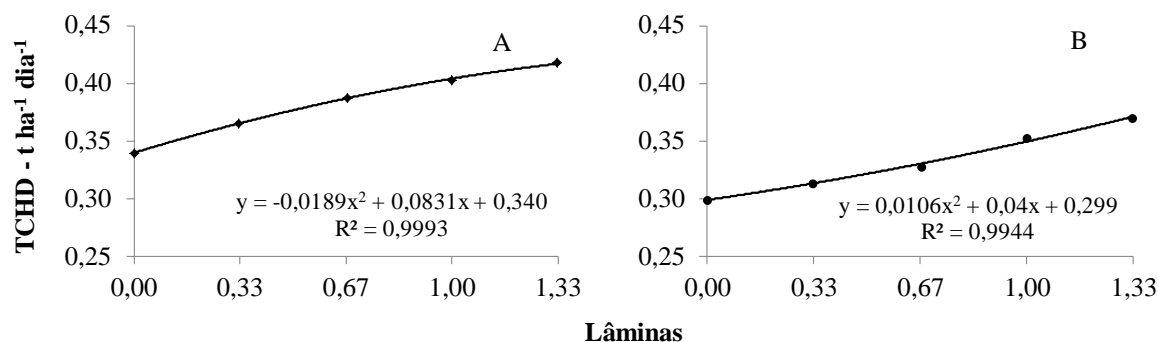


Figura 13. Produtividade, tonelada de cana ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (TCHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.1.4.3 Teor de sacarose - POL

Na cana-planta (Figura 14A), observaram-se diferenças significativas no teor de sacarose, (%POL) entre as lâminas aplicadas ( $p < 0,001$ ), mas não ocorreram diferenças no ciclo da cana-soca (Figura 14B). A média dos teores de açúcar (POL) de todos os tratamentos da cana-planta, foi menor (13,93% POL), e diferenciou significativamente da cana-soca (14,54% POL) ( $p < 0,000,1$ ), resultando uma percentagem de POL, 4,37% a mais que a cana-planta, mesmo com lâminas de água maiores durante o ciclo, indicando que o maior volume de água não alterou a maturação da cana. O coeficiente de variação está classificado dentro da faixa adequada, indicando bom controle sobre as variações do meio.

Não há estudos com a variedade RB937570 em irrigação com gotejo, mas estudo feito por Dantas Neto et al. (2006) em estudo na Fazenda Capim, na Paraíba-PB, com a variedade SP79-1011, em estágio de segundo corte, utilizada também como variedade precoce na região Nordeste, não encontrou diferenças para a percentagem de sacarose nas lâminas estudadas.

Resultados semelhantes em experimento com uso de diferentes lâminas de água, foram relatados por Wiedenfeld; Enciso (2008) em ensaio na região semi árida do Texas-EUA, Carvalho et al. (2008), com a variedade SP79-1011, na Fazenda Capim, na Paraíba-PB e por Dalri et al. (2008a), Dalri et al. (2008b) com a variedade RB72454 na região de Botucatu-SP.

A irrigação foi interrompida aos 30 dias antes da colheita na cana-planta e cana-soca, com o objetivo de provocar estresse na planta, para maior ganho de açúcar, e durante este período houve uma precipitação de 181 mm na cana-planta, e de 54 mm na cana-soca, o que pode justificar maior percentagem de POL na cana-soca.

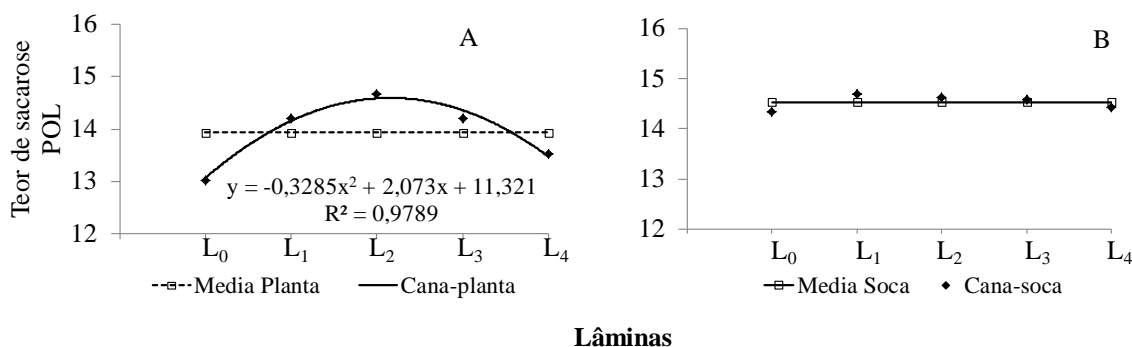


Figura 14. Teor de sacarose (%POL), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

#### 3.1.4.4 Tonelada de sacarose (POL) por hectare – TPH

Em cana-planta (Figura 15A), para a variável tonelada de pol ha<sup>-1</sup> (TPH), o modelo de regressão quadrática mostrou-se altamente significativa, ( $p < 0,001$ ) explicando 99,41% das variações do rendimento em açúcar por ha<sup>-1</sup>, em função dos diversos tratamentos aplicados conforme a equação:  $TPH_{RB937570} = 14,97 + 9,285 L - 4,703 L^2$ .

Desta forma, o tratamento testemunha sem irrigação L<sub>0</sub>, a estimativa de produção de açúcar seria de 14,97 t ha<sup>-1</sup> e o máximo de rendimento em açúcar ocorreria com a lâmina L<sub>3</sub>, 19,55 t ha<sup>-1</sup>, rendimento 30,59% maior que a testemunha, tratamento não irrigado L<sub>0</sub>.

Na cana-soca (Figura 15B), o modelo de regressão quadrática também foi altamente significativo conforme equação:  $TPH_{RB937570} = 15,48 + 3,13 L - 0,23 L^2$ , explicando 99% das variações de TPH, conforme a variação das lâminas de irrigação.

Com isso, a produção do tratamento L<sub>0</sub> sem irrigação teria uma expectativa de produção de TPH de 15,48 t ha<sup>-1</sup>, e a produção máxima de açúcar seria no tratamento L<sub>4</sub>, 19,24 t ha<sup>-1</sup>, representando um aumento de 24,29%, em relação à testemunha.

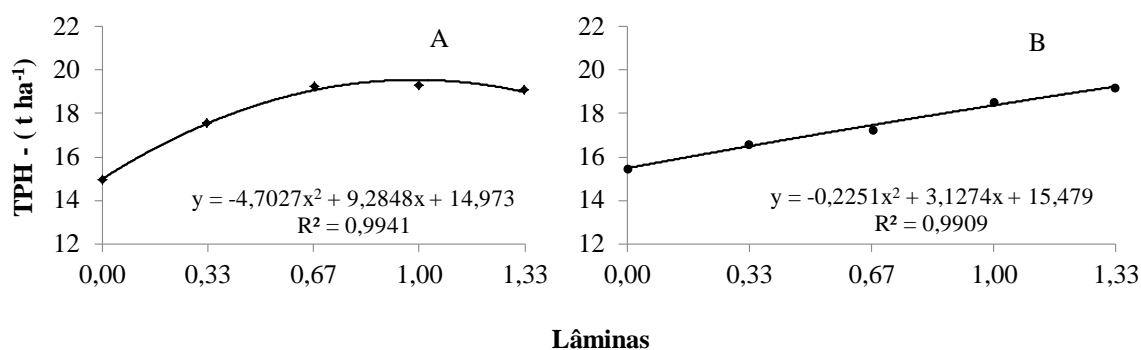


Figura 15. Produção de sacarose, tonelada de POL ha<sup>-1</sup> (TPH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

A produção de açúcar por área tem grande importância nas análises de qualquer tecnologia aplicada, visto que, o teor de açúcar contido na cana-de-açúcar, serve como referencial para valoração da tonelada de cana. (SILVA et al., 2003).

Observou-se que os resultados de cana-planta (Figura 15A) e cana-soca (Figura 15B), tiveram comportamentos diferenciados, o qual a cana-soca embora tenha apresentado média maior para a POL (Figuras 14A e 14B), teve menor média de TPH em função da menor produtividade, TCH.

#### 3.1.4.5 Tonelada de sacarose (POL) por hectare por dia – TPHD

A colheita da cana-planta ocorreu aos 338 dias após o plantio (DAP), e o modelo de regressão quadrática da variável tonelada de pol por hectare (Figura 16A), foi altamente significativa ( $p < 0,001$ ), em função das lâminas de irrigação aplicadas, explicando 99,42% das variações da produtividade diária de açúcar ha<sup>-1</sup> (TPHD), através da equação:  $TPHD_{RB937570} = 0,0443 + 0,0274 L - 0,0139 L^2$ .

No tratamento sem irrigação (L<sub>0</sub>), a estimativa de produção diária seria de 0,044 t ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e o máximo esperado de 0,056 t ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para o tratamento L<sub>4</sub>, representando um aumento de 27,27% comparado à testemunha.

Na cana-soca (Figura 16B), a colheita foi realizada aos 360 dias após o corte da cana-planta, e o modelo de regressão quadrática, explicou também, 99,03% das variações, de acordo com a equação:  $TPHD_{RB937570} = 0,0430 + 0,0089 L - 0,0008 L^2$ .

Com isso, a TPHD para o tratamento sem irrigação ( $L_0$ ), seria de  $0,043 \text{ t ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e o máximo de produtividade seria para a lâmina  $L_4$ , com  $0,053 \text{ t ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , um aumento de 23,25% em relação ao tratamento testemunha.

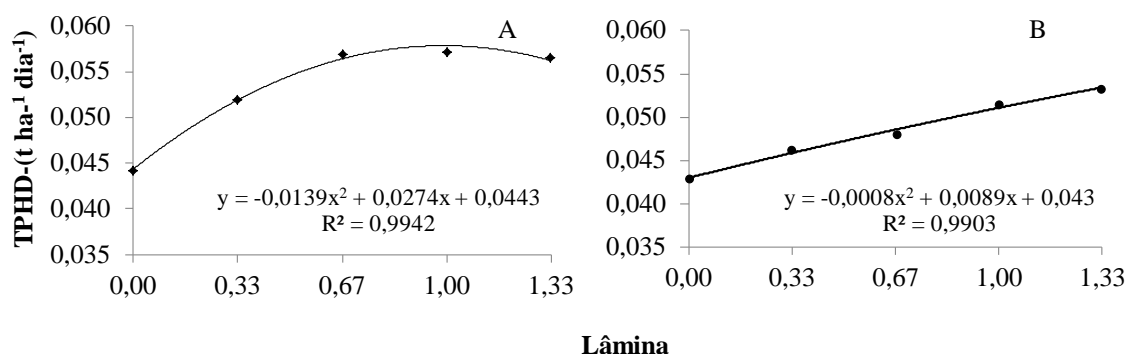


Figura 16. Produção de  $\text{pol ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  (TPHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas,  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB937570. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

As curvas de produção diária de TPHD, seguem o mesmo comportamento da produção de  $\text{pol ha}^{-1}$  TPH (Figuras 15A e 15B), e valores muito próximos de TPHD da cana-planta, provavelmente pelo fato do ciclo das mesmas ter sido muito semelhante, ou seja, 338 e 360 dias respectivamente.

### 3.2 VARIEDADE RB867515

#### 3.2.1 Precipitação e Lâminas de irrigação

O plantio do experimento também foi realizado em 01 de junho de 2011, e do início da aplicação das lâminas e até o início do período chuvoso, teve a ocorrência de 53,9 mm de precipitação, no período compreendido de junho a setembro de 2011. Com o reinício das chuvas em outubro, praticamente não houve mais demanda de irrigação até o final do período chuvoso ocorrendo somente a irrigação quando necessária de acordo com o critério utilizado.



A irrigação foi interrompida com 30 dias de antecedência da colheita com o objetivo de proporcionar melhores condições de maturação.

As lâminas totais em cana-planta (Figura 17), variaram de 1653,40 mm, correspondendo à precipitação do período, a 1966,1 mm, somando-se às lâminas adicionais de irrigação com 0 (zero) mm ( $L_0$ ), 75,0 mm ( $L_1$ ), 150,0 mm, ( $L_2$ ) 228,0 mm ( $L_3$ ) e 304,0 mm ( $L_4$ ).

Em cana-soca (Figura 17), a precipitação foi de 1751,0 mm, e as lâminas de irrigação de 0,0 mm( $L_0$ ), 298,0 mm( $L_1$ ), 595,0 mm( $L_2$ ), 902,0 mm ( $L_3$ ) e 1200,0 mm( $L_4$ ), proporcionando uma faixa de lâmina d'água de 1751,0 mm a 2950,8 mm.

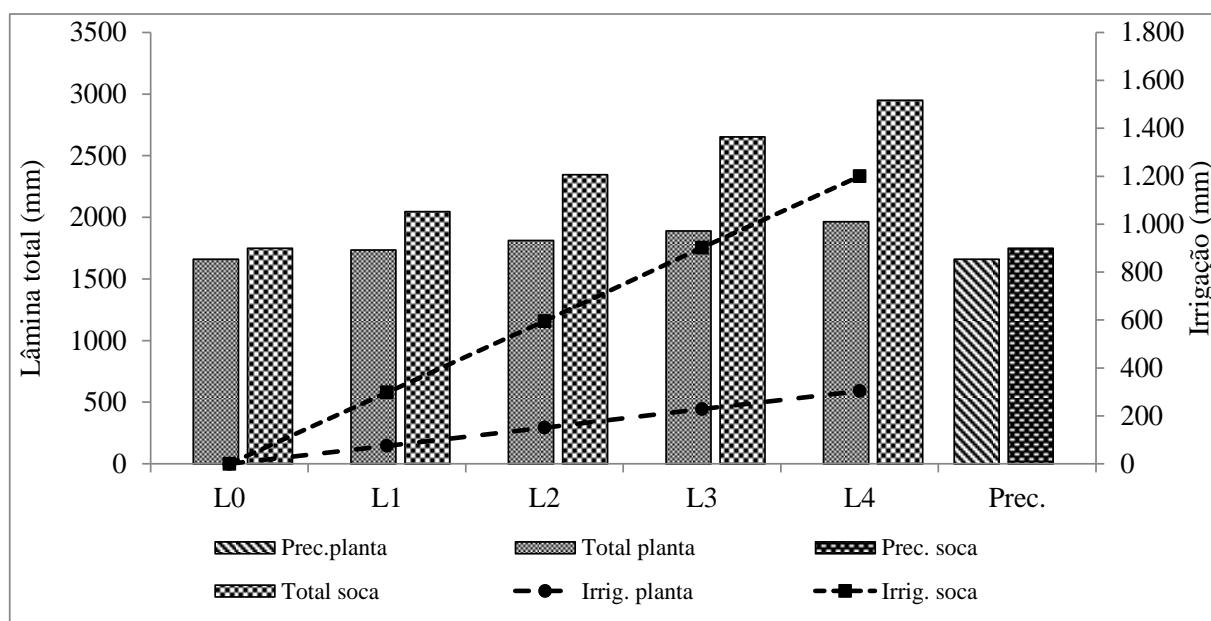


Figura 17. Total das lâminas para os tratamentos  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$  (precipitação, precipitação + irrigação e lâmina total). Variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

A colheita da cana-planta foi realizada 398 dias após o plantio (DAP), em 15 de julho de 2012, e o segundo corte 360 dias após primeiro corte (DAC), em 15 de julho de 2013. Em cana-planta e cana-soca a irrigação foi interrompida 30 dias antes dos cortes.

### 3.2.2 Variáveis Morfológicas

#### 3.2.2.1 Estatura dos colmos (cm)

A estatura dos colmos em cana-planta (Figura 18A), apresentou diferença significativa entre as lâminas ( $p < 0,001$ ), e observou-se que no período do plantio até os 112 dias (DAP), em (01 de outubro de 2011), o crescimento foi lento e semelhante entre todos os tratamentos, devido ao período de brotação e perfilhamento e estabelecimento da cultura, coincidente com o período de irrigação.

Neste período, a testemunha, ( $L_0$ ), teve um crescimento médio de  $0,29 \text{ cm dia}^{-1}$  e o maior crescimento observado foi a lâmina, ( $L_4$ ) com  $0,34 \text{ cm dia}^{-1}$ , e a partir desta data (112 DAP), com o início das chuvas até aos 338 (DAP), em 15 de maio 2012, final do período das chuvas, ocorreu o período de crescimento mais rápido, com a testemunha ( $L_0$ ) apresentando um crescimento de  $1,60 \text{ cm dia}^{-1}$  e a lâmina ( $L_4$ ), que apresentou a maior estatura e crescimento de  $1,71 \text{ cm dia}^{-1}$ , e na colheita aos 398 DAP, todas as lâminas apresentaram valores menores de estatura. Esta diminuição deve ao fato de ter ocorrido florescimento, e quando ocorre este fenômeno, no mês de junho já houve o secamento das panículas e é comum a quebra de parte do ponteiro da cana prejudicando a medição.

Na cana-soca (Figura 18B), também ocorreu diferença significativa entre as lâminas aplicadas, e a testemunha ( $L_0$ ) teve a menor estatura entre os tratamentos, mas observou-se comportamento diferenciado da cana-planta, onde o período de menor crescimento ocorreu aos 60 dias após o corte (DAC) em 15 de setembro de 2012, pelo fato da cana-soca ter brotação mais rápida que a cana-planta, como também as lâminas aplicadas na cana-soca, terem sido maiores que na cana-planta, na fase inicial.

Neste período a testemunha ( $L_0$ ) cresceu  $0,36 \text{ cm dia}^{-1}$  e a lâmina que apresentou a maior estatura ( $L_3$ )  $0,53 \text{ cm dia}^{-1}$  e dos 60 DAC até aos 300 DAC em 15 de maio de 2013, que compreende o período de chuvas, ocorreu a maior fase de crescimento, onde a testemunha ( $L_0$ ) teve um crescimento médio de  $1,38 \text{ cm dia}^{-1}$  e a lâmina que teve o maior crescimento ( $L_4$ )  $1,60 \text{ cm dia}^{-1}$  e na colheita, a altura também foi menor pelos mesmos motivos comentados para a cana-planta. Nos dois ciclos da cultura, houve diferenças significativas para épocas ( $p < 0,001$ ) e lâminas ( $p < 0,001$ ) e este comportamento de crescimento também foi observado por Inman-Bamber (2002) e Oliveira et al. (2010).

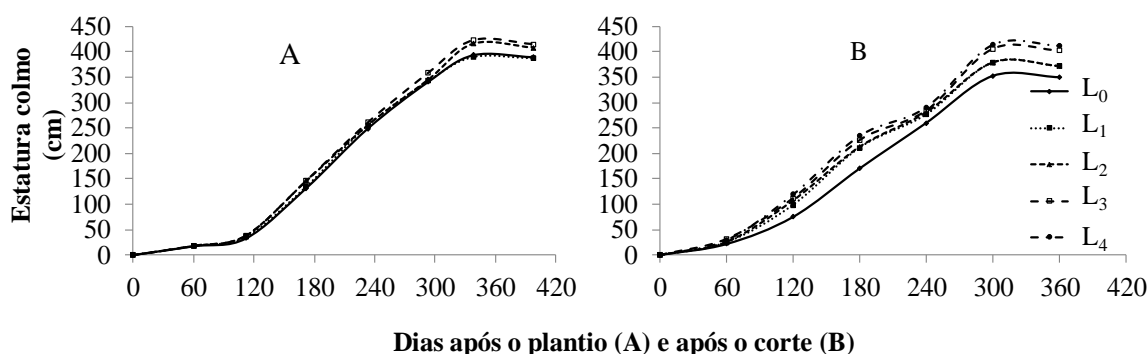


Figura 18. Estatura dos colmos (cm) em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.2.2.2 Número de colmos por metro quadrado

Observou-se comportamento diferenciado quanto ao número de colmos m<sup>-2</sup>, em relação às lâminas aplicadas e entre os ciclos da cultura. Na cana-planta (Figura 19A) o maior número de colmos ocorreu aos 112 DAP e todos os tratamentos irrigados diferenciaram da testemunha, nos dados de colheita ( $p < 0,05$ ) com uma diminuição gradativa e se estabilizando a partir dos 240 DAP e ocorrendo diferenças entre épocas ( $p < 0,01$ ) e lâminas ( $p < 0,001$ ) observações semelhantes foram feitas por Dalri et al. (2008) em experimento com a variedade RB72454, e em relação à época de maior perfilhamento os resultados foram diferente aos encontrados por Oliveira et al. (2007) em ensaio no Norte do Paraná no município de Paranaíba-PR, que observaram o maior número de colmos aos 231 dias e Oliveira et al. (2010), em ensaio no município de Carpina-PE, que observaram maior número de colmos na cana-planta para a variedade RB867515, 60 dias após o plantio e Abreu et al. (2013), em ensaio nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, observaram que para a variedade RB867515 o maior número de colmos por metro linear ocorreu aos 240 DAP.

Na cana-soca (Figura 19B), observa-se que o maior perfilhamento ocorreu aos 60 DAC por duas razões, ou seja, a brotação de cana-soca é mais rápida que a cana-planta, como também as lâminas na cana-soca foram maiores que na cana-planta e observa-se que a testemunha apresenta valores menores que os tratamentos irrigados. A partir deste período houve um decréscimo no número de perfilhos até aos 180 dias, um ligeiro acréscimo até os 240 dias, compreendido entre os meses de janeiro e março, onde as condições de umidade e

temperatura são bastante favoráveis, e uma estabilização até a colheita, ocorrendo diferenças significativas entre as épocas ( $p < 0,001$ ) e para lâminas ( $p < 0,001$ ).

Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida et al. (2008). e Abreu et al. (2013) em experimento com diversos níveis de déficit hídrico e variedades, nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, observou-se que a variedade RB867515 teve o mesmo comportamento em três cortes, em cana-planta e nas cana-soca (2º e 3º), com a maior quantidade de perfilhos aos 240 dias, coincidindo com o período de maior disponibilidade de água, mostrando que ocorrem diferenças de comportamento das variedades, conforme as condições locais de exploração da cultura. Dantas Neto et al. (2006), na variedade SP79-1011 não encontrou diferenças significativas entre os tratamentos irrigados, mas atribuindo este fato a alta precipitação aproveitável no período.

Conforme observações feitas por Castro et al. (2000) e Oliveira et al. (2004), o perfilhamento na cana-de-açúcar é crescente até o sexto mês após o plantio e a partir deste período ocorre uma redução devido a competição intraespecífica, refletindo na diminuição e paralização do perfilhamento e da morte dos perfilhos mais jovens.

Para a cana-planta, a redução do número de plantas (médias de todos os tratamentos), ocorrida entre o maior valor observado aos 112 DAP e o menor valor observado na colheita, foi de 38,61%, e na cana-soca, a média dos maiores valores observados aos 60 DAC, a redução foi de 44,04% em relação ao número de colmos observado na colheita, e o número final de colmos  $m^{-2}$  da cana-soca foram maiores 4,29% que a cana-planta, confirmando a característica que esta variedade tem, de não apresentar alto perfilhamento na cana-planta e também corroborando as observações dos autores acima citados.

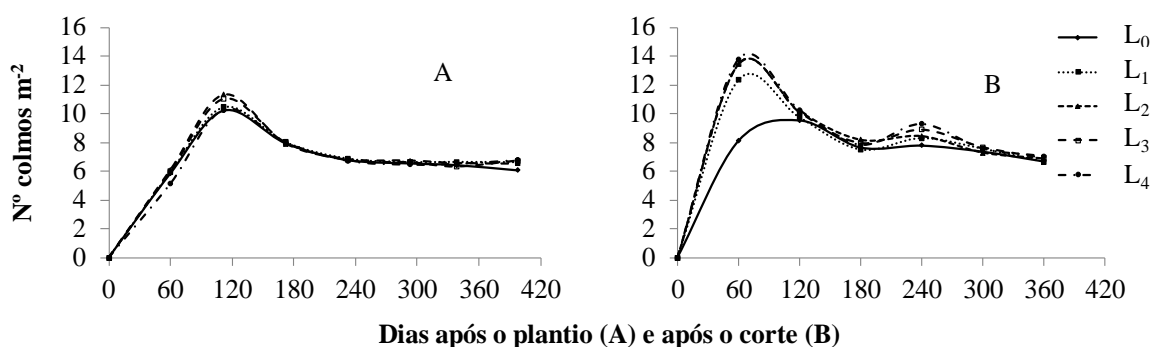


Figura 19. Número de colmos  $m^{-2}$ , em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.2.2.3 Índice de área foliar ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ )

Os índices de área foliar observados em cana-planta (Figura 20A), até aos 60 DAP foram semelhantes e ocorrendo um crescimento maior a partir dos 112 DAP, (01 de outubro de 2011), coincidindo com o início do período chuvoso na região. Os maiores índices de área foliar foram no período compreendido entre 172 DAP, (1/2/2012) a 293 DAP, (01/04/2012), para os tratamentos  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$  e dos 233 a 293 DAP, para a testemunha ( $L_0$ ) e o tratamento  $L_1$ , e decrescendo a partir destas datas até a colheita. Este decréscimo acentuado pode ser devido à alta incidência de florescimento que ocorre na região do estudo, cujo período de indução vai de 13 de fevereiro a 20 de março (PEREIRA et al., 1997), e após a indução, não ocorre mais a emissão de novas folhas, enquanto as já emitidas entram em processo de senescência diminuindo a área foliar fotossinteticamente ativa.

Houve diferença entre os tratamentos, e os maiores valores de área foliar foram observados aos 293 dias com  $4,19 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  para a testemunha, que sempre apresentou os menores IAF, e o tratamento  $L_4$  com  $4,29 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$ . Machado et al. (1982) relatam que o IAF ideal estaria em torno de  $4 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$ , que seria suficiente para interceptar cerca de 95% da radiação solar, Oliveira et al. (2007), em estudo com as variedades RB72454, RB855536 e RB855113, no município de Paranaíba-PR, encontraram a mesma tendência dos valores de IAF e diferenças entre as mesmas, mas os valores máximos foram encontrados no período entre 323 a 377 dias após plantio (DAP). Por sua vez, Holanda et al. (2009) em estudo realizado no Centro de Ciências Agrárias, em Alagoas, observaram que os maiores IAF, foram observados aos 215 DAP nas variedades RB93509 e RB98710, com índices entre  $4,25 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  e  $4,24 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  respectivamente.

Em cana-soca, o IAF (Figura 20B) apresentou valores superiores à cana-planta, e os maiores IAF ocorreu aos 240 DAC, provavelmente devido ao maior volume de água aplicado na fase inicial. Até os 60 DAC os tratamentos irrigados foram semelhantes, mas superiores à testemunha e a partir deste momento, observou-se crescimento constante para todos os tratamentos até aos 240 DAC e posteriormente ocorrendo um declínio acentuado até a colheita, provocado pelo efeito do florescimento como comentado acima.

De acordo com os resultados obtidos pelos autores acima citados, entende-se que ocorrem variações de IAF entre variedades, ambiente de produção e de clima, mas todos apresentaram valores acima do mínimo preconizado para que ocorra receptação adequada de luz pelas plantas.

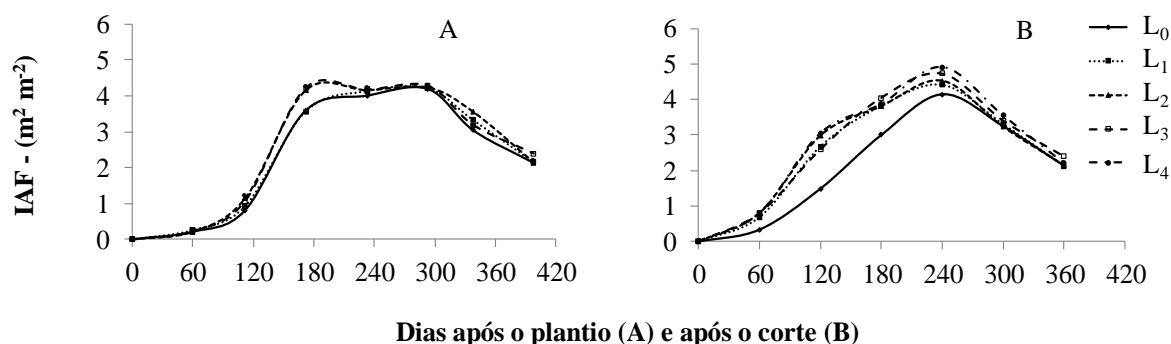


Figura 20. Índice de área foliar - IAF ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

No período de maior IAF da cultura, os valores na cana-soca variaram de  $4,15 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  a  $4,92 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$ , mas quando se comparam os valores iniciais aos 60 DAP, com 60 DAC observou-se nos tratamento sem irrigação ( $L_0$ ),  $0,21$  e  $0,33 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  e no tratamento  $L_3$  (lâmina base)  $0,22$  e  $0,80 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$ , corroborando os resultados observados por Abreu et al. (2013), que observaram que quando houve maior déficit hídrico, ocorreu menor índice de área foliar, e de Smith e Singels (2006) que observaram que a senescência é responsiva ao déficit hídrico e ocorre após a redução de disponibilidade de água no surgimento das folhas, e Inman-Bamber; Smith (2005) relatam que, embora o crescimento do IAF seja sensível ao estresse hídrico, ele não terá um efeito profundo sobre a fotossíntese, desde que o IAF seja maior do que  $3 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$ , devido a grande interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, mesmo com IAF menores.

### 3.2.3 Análise de Crescimento

#### 3.2.3.1 Produção de massa seca - MS ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )

Para determinação da massa seca total dos tratamentos, utilizou-se de amostras destrutivas durante os ciclos da cultura e para a quantificação de massa seca fez-se o ajuste de uma função logística que apresentou uma forma sigmoide, que é característica do crescimento vegetal. (SILVEIRA et al., 1985).

Em cana-planta (Figura 21A), as fases de produção de massa seca podem ser divididas em três fases; do plantio até aos 112 DAP, no início do mês de outubro e também das chuvas, os tratamentos L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub> foram semelhantes, enquanto que o tratamento L<sub>4</sub> apresentou um perfil de crescimento superior às demais lâminas; dos 112 aos 293 DAP, no início do mês de abril, a produção de massa seca teve um incremento mais rápido e a partir dos 293 DAP até a colheita, uma diminuição da produção de massa seca.

Durante o ciclo da cana-planta a produção de massa seca para as lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> e L<sub>3</sub> apresentaram aspectos de similaridade até 293 DAP, mas inferiores a lâmina L<sub>4</sub>, e desta data até a colheita em 15 de julho de 2012, as lâminas L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, apresentaram valores superiores às demais lâminas.

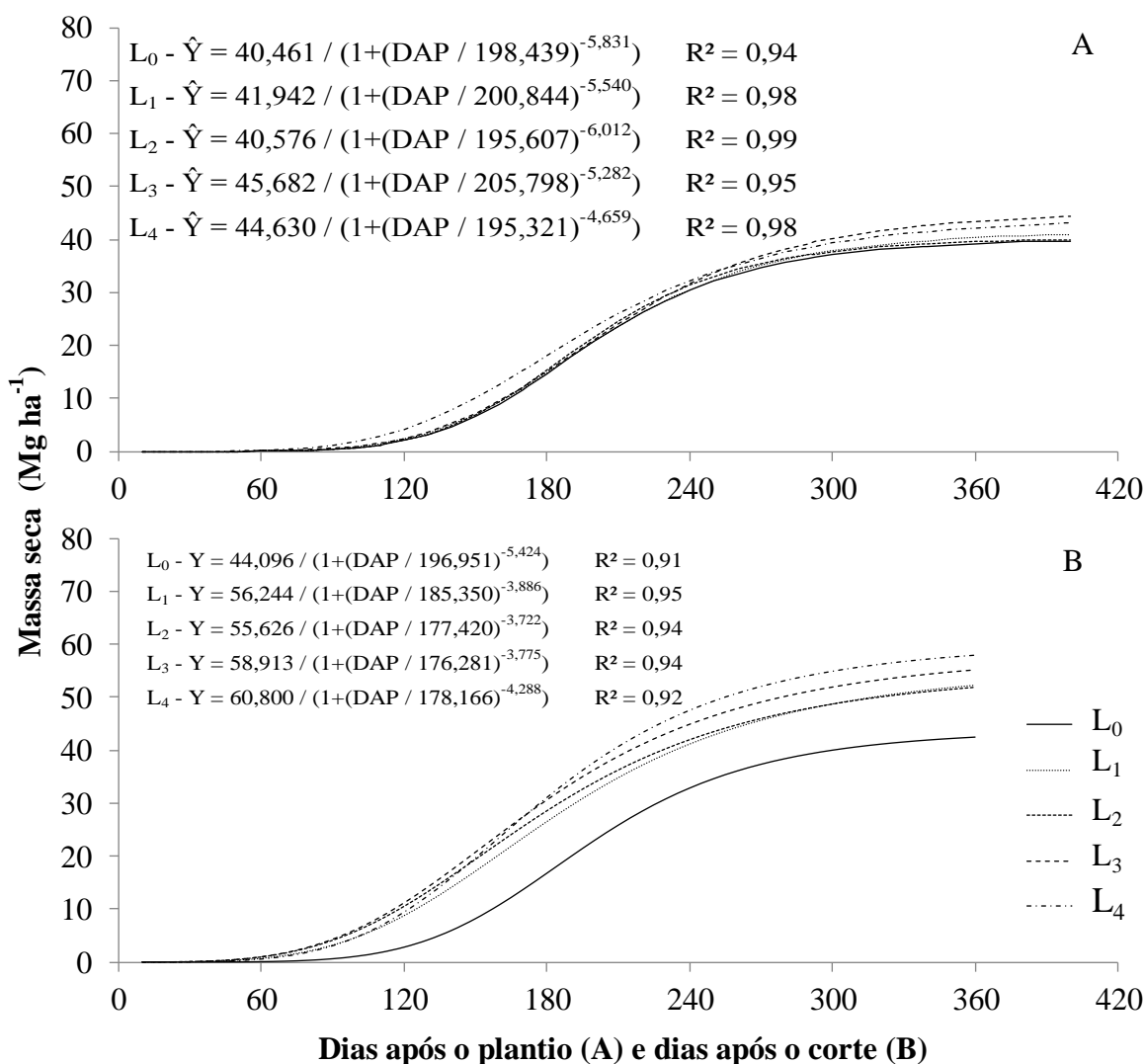


Figura 21. Produção de massa seca - MS (Mg ha<sup>-1</sup>), em cana-planta (A) e cana-soca (B) para as lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

As produtividades máximas estimadas de massa seca ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) aos 398 dias, na colheita, de acordo com o modelo de equação logística foram:  $L_0$  (39,77),  $L_1$  (40,95),  $L_2$  (40,02),  $L_3$  (44,32) e  $L_4$  (43,07), e a lâmina  $L_3$ , produziu 11,43% e a  $L_4$ , 8,28% acima da  $L_0$ , (lâmina testemunha) respectivamente.

Em cana-soca (Figura 21B), nos tratamentos irrigados observou-se que houve uma antecipação de formação de matéria seca comparada à testemunha sem irrigação ( $L_0$ ), mas a produção de massa seca teve comportamento semelhante à cana-planta, podendo ser dividida também em três fases; o qual até os 90 DAC, que compreende o período de 15 de julho a 15 de outubro, coincidente como o período de estiagem, a produção de massa seca da lâmina  $L_0$ , foi menor, comparado aos tratamentos com irrigação, e no período das chuvas, de outubro, até os 300 DAP em 15 de maio de 2013, final do período chuvoso, ocorreu o maior acúmulo de massa seca e diminuindo até a colheita em 15 de julho de 2013, aos 360 DAP.

Observaram-se grandes diferenças entre a testemunha ( $L_0$ ) e os demais tratamentos irrigados e as produções máximas ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de massa seca para os tratamentos, de acordo com a equação logística utilizada foram:  $L_0$  (42,48),  $L_1$  (52,28),  $L_2$  (51,90),  $L_3$  (55,16) e  $L_4$  (57,96), os quais a lâmina  $L_3$  (lâmina base) produziu 29,90% e a  $L_4$ , 36,43% a mais que a lâmina testemunha ( $L_0$ ), respostas superiores às observadas em cana-planta.

### 3.2.3.2 Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$ )

A taxa de produção de massa seca (TPMS), é utilizada em estudos de fisiologia da produção, e empregada para quantificar o total de massa seca acumulada por unidade de área de solo por unidade de tempo (LUCCHESI, 1984). Com base neste entendimento e pelos resultados obtidos nesse estudo, foi observado em cana-planta (Figura 22A), que todos os tratamentos tiveram um comportamento semelhante e apresentando uma forma de sino, indicando que houve um crescimento até atingir um valor máximo para em seguida decrescer.

Inicialmente, até os 60 DAP para todos os tratamentos, ocorreu um baixo acúmulo de massa seca, devido ao tempo que a planta demanda para germinação e perfilhamento, com a testemunha sem irrigação ( $L_0$ ) apresentando uma taxa de  $0,06 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$ , e as lâminas  $L_3$  e  $L_4$  uma taxa de  $0,11$  e  $0,30 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$  respectivamente. A maior taxa de acúmulo, para todos os tratamentos, ocorreu aos 233 DAP (fevereiro/2012), o qual a testemunha ( $L_0$ ) teve um acúmulo de  $27,56 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$ , e para o tratamento  $L_4$ , com  $28,77 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$ , como também apresentou um perfil superior durante todo o ciclo. Em estudo, com e sem presença de



palhada e uso de vinhaça e adubação, com a variedade SP80-1842 em estágio de quarto corte, no município de Piracicaba (GAVA et al., 2001), encontraram a maior taxa de crescimento aos 137 dias e com média de acúmulo de  $18,5 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e  $22,4 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  respectivamente.

Oliveira et al. (2010) em estudos com diversas variedades, no município de Carpina-PE, observou os maiores acúmulos aos 300 DAP e  $25,6 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  no grupo de variedades o qual estava incluída a RB867515.

Na cana-soca (Figura 22B), ocorreram comportamentos diferentes, onde todos os tratamentos irrigados atingiram a taxa máxima aos 180 DAC, em janeiro de 2013, com o tratamento  $L_3$  apresentando  $32,40 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  e o tratamento  $L_4$   $36,06 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , enquanto que para a testemunha ( $L_0$ ) a maior taxa ocorreu aos 240 DAC, em março de 2013, com  $26,8 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ . O fato de o máximo crescimento ser mais tardio que os tratamentos irrigados, é devido ao corte ter sido feito no mês de julho, e o período de estiagem prolongou-se até o início do mês de outubro, retardando o crescimento das plantas.

Portanto, plantas com disponibilidade hídrica, obtiveram maiores taxas de produção de massa seca, chegando ao final do ciclo de crescimento com maiores rendimentos agrícola.

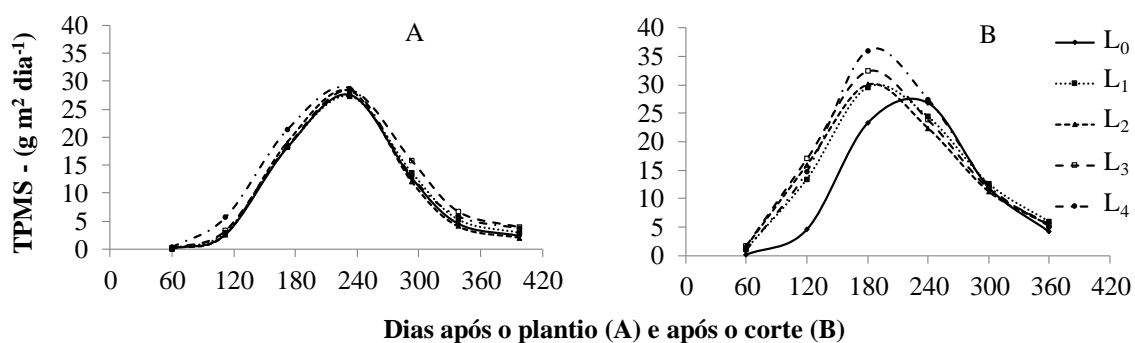


Figura 22. Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) em cana-planta (A) e cana-soca (B) nas lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.2.3.3 Taxa de crescimento relativo – TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )

A taxa de crescimento relativo (TCR), conforme Benincasa (1988); e Reis; Muller (1979), representa o incremento na massa seca por unidade de massa seca inicial, em um intervalo de tempo. A variação da taxa de crescimento relativo (TCR) está representada por uma função exponencial negativa e em cana-planta, e cana-soca, observou-se que os valores

máximos para todos os tratamentos ocorreram aos 60 dias após o plantio, (DAP) e após o corte (DAC) respectivamente.

Em cana-planta (Figura 23A), o tratamento  $L_4$ , apresentou valores superiores aos demais tratamentos, com  $0,202 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , e o tratamento testemunha ( $L_0$ ),  $0,176 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , representando 14,77% a menos que o tratamento  $L_4$ , e em todos os tratamentos, as taxas foram decrescendo com o tempo, e estabilizando-se a partir dos 293 DAP, em abril de 2012.

Em cana-soca (Figura 23B), a TCR máxima observada foi para os tratamentos irrigados, com média de  $0,226$  e a testemunha com  $0,186 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , respectivamente, com um percentual de 21,5% menor para o tratamento testemunha, e a estabilização ocorreu a partir dos 180 dias após o corte (DAC) em janeiro de 2013. Silva et al. (2005) em experimento no município de Paranavaí-PR, observaram os maiores crescimentos em cana-soca, aos 100 dias após o corte na variedade RB845197 e valor máximo de  $0,034 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

O comportamento das curvas foi semelhante aos encontrados por Ramesh (2000) em experimento em Coimbatore, Índia, com as variedades, Co8021, Co419, Co8208 e Co6304, o qual a fase que apresentou os maiores valores foi dos 60 aos 150 DAP, e as menores taxas dos 240 aos 360 DAP, Gava et al. (2001) em experimento no município de Piracicaba-SP, observaram que a TCR máxima em cana-soca, com a variedade SP80-1842, ocorreu aos 43 DAC e os valores observados foram de  $0,137$  e  $0,135 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , respectivamente.

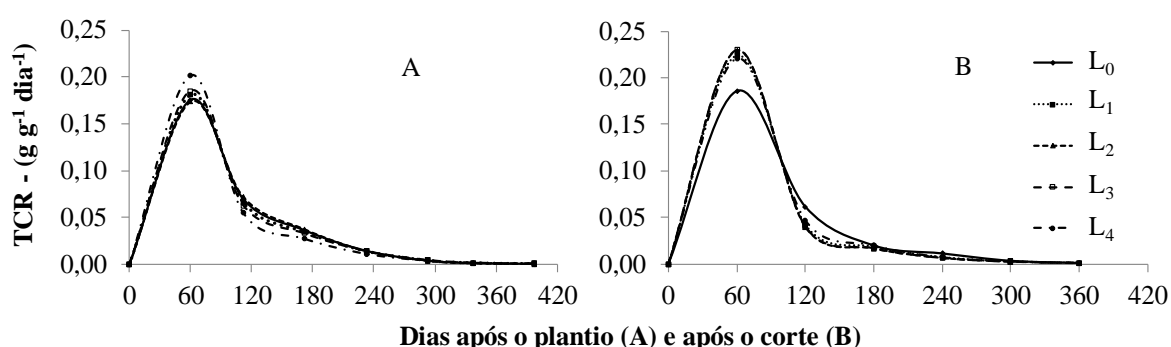


Figura 23. Taxa de crescimento relativo TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Silva et al. (2005) em ensaio no município de Paranavaí-PR, com as variedades RB845210, RB845197, RB855113, RB855536 e RB928064, observaram que a TCR máxima ocorreu aos 100 dias DAC e o maior valor observado foi de  $0,034 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , Oliveira et al.

(2005) em estudo na Estação Experimental de Paranavaí-PR, com as variedades RB72454, RB855113 e RB855536, os valores máximos observados variaram de 0,06 a 0,09 e a partir dos 182 aos 497 DAP, ocorreu um decréscimo gradual da TCR até a fase de maturação.

A tendência de comportamento observada pelos autores e neste experimento se deve a competição intraespecífica que ocorre no meio, por luz, nutrientes e água e a outros fatores ao longo do ciclo.

#### 3.2.3.4 Taxa de assimilação líquida – TAL ( $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$ )

A taxa de assimilação líquida (TAL), representa o incremento em massa acumulada na planta por unidade de área foliar disponível na planta, o que reflete a capacidade da planta em aumentar sua fitomassa. A TAL é a estimativa da fotossíntese líquida representando o material produzido pela fotossíntese e o perdido pela respiração (PEREIRA; MACHADO, 1987).

Segundo Larcher (2000), os valores da TAL são especialmente mais altos durante a fase de intenso crescimento. A TAL depende de fatores ambientais, principalmente da radiação solar e que durante o crescimento de uma planta a sua capacidade de produção aumenta ( $> \text{IAF}$ ), mas a TAL diminui em função do auto sombreamento (MAGALHÃES, 1985).

Na cana-planta (Figura 24A), o tratamento  $L_4$ , o maior valor de TAL, ocorreu aos 112 dias após o plantio (DAP) em outubro 2012, com  $10,53 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$ , e para os demais tratamentos atingiu os maiores valores aos 172 DAP, (dezembro 2012.), com  $7,78 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$ , decrescendo gradualmente até aos 293 DAP e posteriormente mantendo taxa similar até a colheita, aos 398 dias após o plantio, com valores variando de 0,68 para a lâmina  $L_0$ , a  $1,38 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$  para a lâmina  $L_4$ , período que coincide com a formação e emissão de panícula, tendo em vista que houve alta incidência de florescimento.

Em cana-soca (Figura 24B), para os tratamentos irrigados as maiores taxas de TAL, ocorreram aos 120 dias após o corte (DAC) em novembro 2012, com  $16,01 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$ , e para o tratamento  $L_0$ ,  $16,14 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$ , aos 180 DAC (janeiro 2012), pois foi submetido a um período mais longo de estiagem, mas os valores máximos de TAL foram praticamente iguais, e para todos os tratamentos, após atingirem os valores máximos de TAL houve um decréscimo rápido, até a colheita aos 360 DAP, com valores variando de 1,12 para a lâmina  $L_0$  a  $1,21 \text{ g m}^2 \text{dia}^{-1}$  para a lâmina  $L_4$ . Oliveira et al. (2005) em ensaio com cana-planta, na

região do Norte do Paraná, com as variedades RB72454, RB855113 e RB855536, em regime normal de cultivo (sem irrigação) obteve valores de TAL próximos a  $10,0 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  para todas as variedades, com valores máximos aos 135 DAP e com decréscimo das taxas a partir dos 182 até aos 497 DAP, mas os valores mínimos variaram de 4,0 a  $5,0 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , valores superiores ao observados neste ensaio.

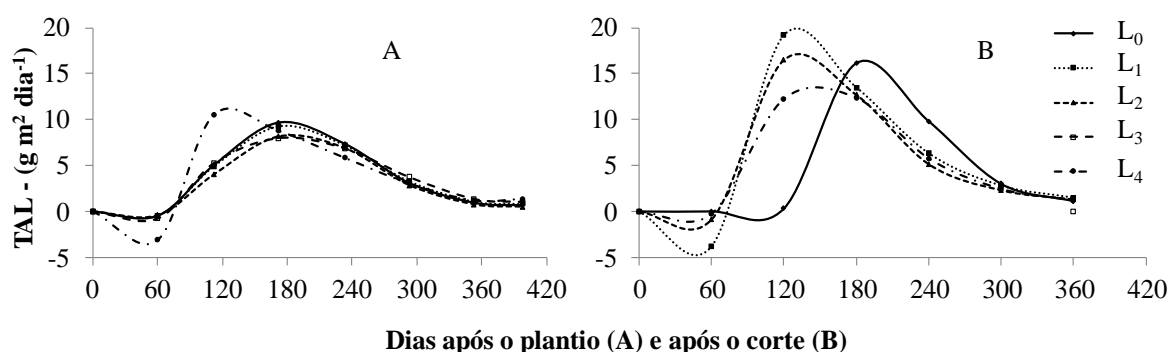


Figura 24. Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.2.3.5 Taxa de alongação do colmo – TEC (cm)

Em cana-planta (Figura 25A), no período compreendido entre o plantio até aos 112 dias após o plantio (DAP), as taxas foram baixas devido ao tempo que a planta destinou para brotação e perfilhamento e em seguida um crescimento rápido devido ao início do período chuvoso em outubro de 2011.

As maiores taxas de alongação dos colmos (TEC), em cana-planta, ocorreram no período entre 172 e 233 DAP, (dezembro/11. a fevereiro./12.), variando de 1,65 para a lâmina  $L_0$  a  $1,90 \text{ cm dia}^{-1}$  para a lâmina  $L_4$ , coincidindo com um período de alta precipitação na região. Após este período as taxas diminuem devido à desaceleração do crescimento e provavelmente devido aos efeitos do florescimento.

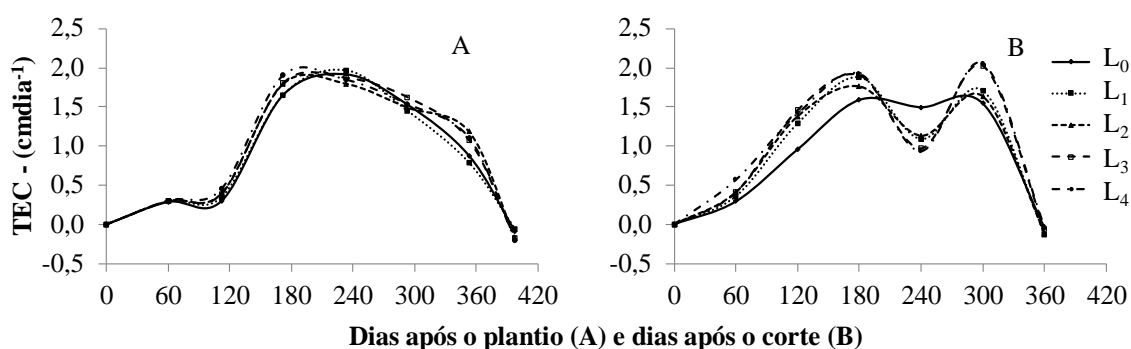


Figura 25. Taxa de elongação do colmo TEC (cm dia<sup>-1</sup>), em cana-planta (A) e soca (B), nas lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Em cana-soca (Figura 25B) observou-se que após o corte, as taxas foram baixas até aos 60 dias após o corte (DAC), com taxas iniciais maiores que a cana-planta, e os tratamentos irrigados apresentaram taxas maiores que a testemunha (L<sub>0</sub>), com 0,29, a L<sub>1</sub>, 0,36, L<sub>2</sub>, 0,41, L<sub>3</sub>, 0,41 e L<sub>4</sub>, 0,57 cm dia<sup>-1</sup>. Observou-se que aos 240 DAC (março de 2013) houve um decréscimo na taxa, e posteriormente valores maiores, isto provavelmente se deu pela ocorrência de florescimento onde o alongamento dos colmos é mais rápido que o crescimento normal.

### 3.2.4 Variáveis de Produção

#### 3.2.4.1 Tonelada de cana por hectare – TCH.

Em cana-planta (Figura 26A), o modelo de regressão quadrática mostrou-se altamente significativo ( $p < 0,001$ ) para a variável TCH, explicando 99,26% das variações de produtividade de cana-de-açúcar ha<sup>-1</sup>, conforme a equação:  $TCH_{RB867515} = 122,10 + 29,425 L - 11,632 L^2$ .

Assim, para o tratamento testemunha sem irrigação (L<sub>0</sub>), a estimativa de produção seria de 122,10 t ha<sup>-1</sup>, e a produtividade máxima em TCH seria de 140,71 t ha<sup>-1</sup>, para a lâmina L<sub>4</sub>, (133% da lâmina base), representando um aumento de 15,25% em relação à testemunha.

Para a cana-soca (Figura 26B), o modelo de regressão quadrática também foi altamente significativo ( $p < 0,001$ ), o qual o modelo explica 98,14% das variáveis de produtividade, conforme a equação:  $TCH_{RB867515} = 98,966 + 53,456L - 25,172 L^2$ .

Desta forma, a produtividade esperada para o tratamento testemunha ( $L_0$ ), sem irrigação, seria de  $98,96 \text{ t ha}^{-1}$ , e a produtividade máxima esperada ocorreria no tratamento  $L_3$ , com 127,25 TCH, significando um aumento de 28,59%, indicando que na cana-soca, houve um ganho percentual maior que na cana-planta, pois a produtividade máxima foi obtida com uma lâmina muito próxima da lâmina base, enquanto que na cana-planta a maior produtividade foi com a lâmina 33% maior ( $L_4$ ), provavelmente pelo maior crescimento inicial proporcionado pela maior lâmina de água aplicada (Figura 17).

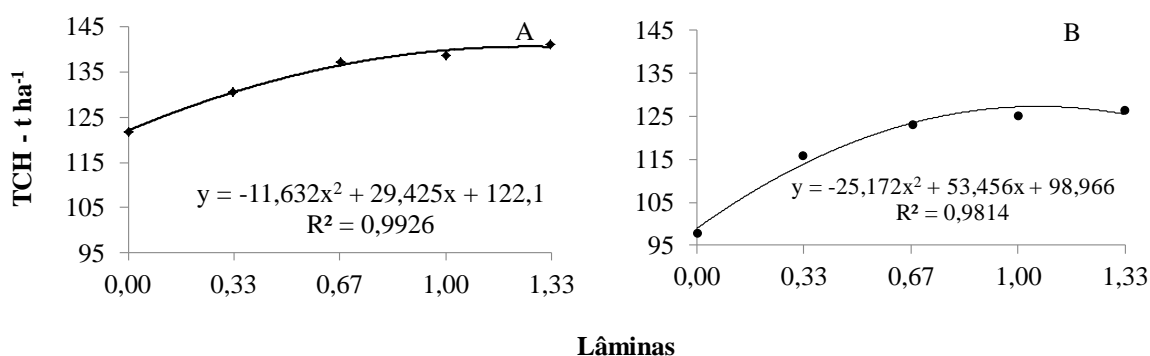


Figura 26 Produtividade, tonelada de cana há<sup>-1</sup>, em cana-planta (A) e soca (B), nas lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Silva et al. (2014), observaram resultados semelhantes com a variedade RB867515, que apresentou produtividades inferior à variedade IACSP96-3060 na cana-planta, mas foi superior na cana-soca, indicando ser uma variedade mais rustica. Gava et al. (2011), num experimento com dois cortes, em regime irrigado e de sequeiro, na região de Jaú-SP, observaram que em cana-planta irrigada e de sequeiro a variedade RB867515, apresentou maior produtividade que as variedades RB855536 e SP80-3280, mas em cana-soca nos tratamentos irrigado e sequeiro, foram mais produtivas que a RB867515. Abreu et al. (2013) em estudo com diversas variedades, observaram que para a variedade RB867515 também houve diferenças de produtividades entre a cana-planta e cana-soca, para diferentes déficits hídricos, durante os ciclos da cultura.

### 3.2.4.2 Tonelada de cana por hectare por dia – TCHD

A colheita da cana-planta da variedade RB867515 ocorreu aos 398 dias após o plantio (DAP), em 15 de julho de 2012 e o resultado da regressão quadrática explicou 99,24% dos dados obtidos para a variável tonelada de cana  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  (TCHD) de acordo com a equação:  $TCHD_{RB867515} = 0,3068 + 0,074 L - 0,0293 L^2$  (Figura 27A).

Assim, para o tratamento testemunha ( $L_0$ ), sem irrigação, a estimativa de produção de TCHD, seria de 0,3068, enquanto que o máximo de produtividade esperada seria para o tratamento  $L_4$  (133% da lâmina base), com  $0,3536 \text{ t ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  mostrando que o tratamento irrigado proporcionou um incremento de 15,25% a mais que o tratamento não irrigado.

Na cana-soca (Figura 27B), colhida aos 360 dias após o corte (DAC) da cana-planta, o resultado da regressão também mostrou alta significância ( $p < 0,001$ ) explicando 98,15% das variações de produção de TCHD, em função das variações das lâminas de irrigação, conforme a equação de regressão quadrática:  $TCHD_{RB867515} = 0,275 + 0,1484 L - 0,0699 L^2$ .

A produção esperada no tratamento testemunha ( $L_0$ ) não irrigado, para tonelada de cana  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ , seria de 0,275, e a produção máxima esperada, também seria obtida no tratamento  $L_4$  (133% da lâmina base) de 0,3537 TCHD, um incremento de 28,62% em relação ao tratamento  $L_0$ .

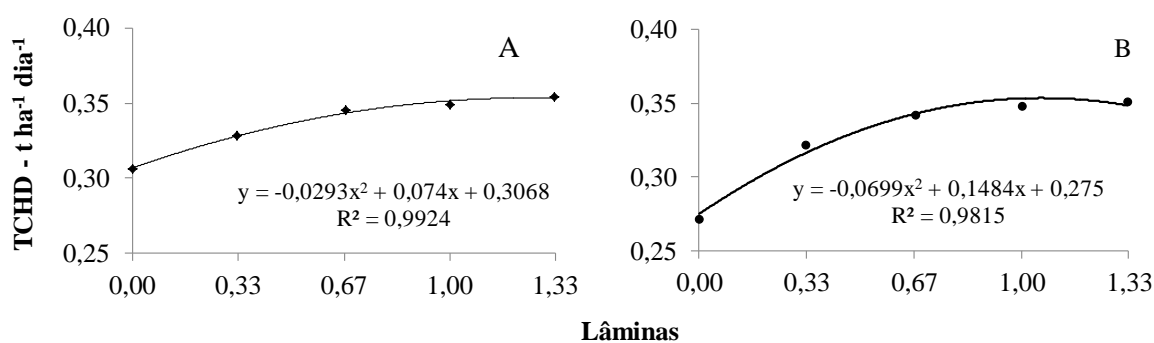


Figura 27. Produtividade, tonelada de cana  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  (TCHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Observa-se que no o ciclo da cana-soca com 38 dias a menos, que a cana-planta, a produção de tonelada de cana  $\text{ha}^{-1} \text{dia}$ , do tratamento  $L_4$ , foi praticamente igual (Figura 27B),

mas com uma lâmina total de água 50% maior, enquanto que para o tratamento testemunha, a cana-planta produziu 11,56% a mais que a cana-soca, com uma lâmina de água 5,06% menor que a cana-soca, indicando eficiências diferentes de uso da água pela planta.

### 3.2.4.3 Teor de sacarose - POL

No ciclo da cana-planta (14,69% POL) e da cana-soca (14,80% POL), não houve diferenças entre as lâminas aplicadas para o teor de açúcar (POL), como também não houve diferença significativa entre os ciclos (Figura 28A e 28B).

Independente do volume de água total aplicada, a cana-soca apresentou 0,75% de POL a mais que a cana-planta, e mesmo a cana-soca tendo recebido lâminas maiores que a cana-planta, provavelmente não ocorreu diferença significativa pelo fato da colheita ter sido feita no meio do período de estiagem, e pela interrupção da irrigação 30 dias antes da colheita, em um solo de baixa retenção de água. O coeficiente de variação do ensaio foi baixo, indicando bom controle sobre a variável estudada.

Gava et al. (2011), em estudo com as variedades RB867515, RB855536 e SP80-3280, nos dois primeiros cortes, na região de Jaú - SP, não encontrou diferenças para o teor de sacarose nos tratamentos com irrigação e entre as variedades, nos dois ciclos, mas observou diferenças no tratamento de sequeiro em cana-planta e não observou diferença na cana-soca, e a variedade RB867515 não apresentou diferenças nos tratamentos de irrigação e nos cortes.

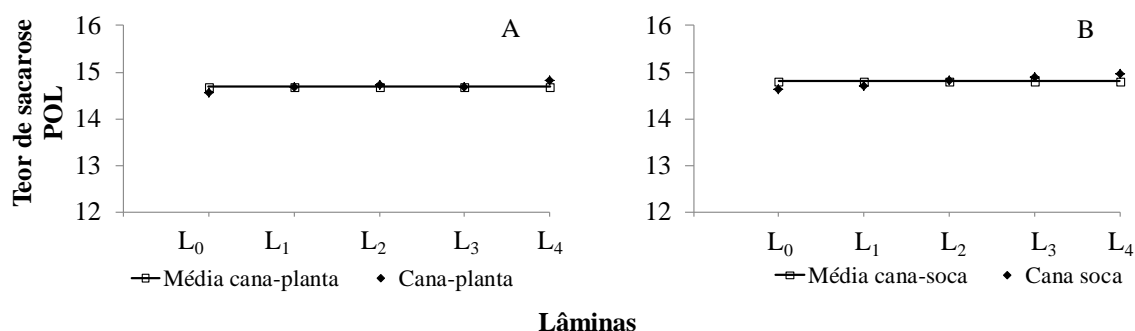


Figura 28. Teor de açúcar (%POL), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).



Oliveira et al. (2011), observou em estudos no município de Carpina PE, com diversas variedades, que não ocorreu diferenças no teor de açúcar para a variedade RB867515, tanto para o tratamento de irrigação plena como para o de sequeiro.

Silva et al. (2014), em ensaio na região de Jaú - SP, com diversas variedades não observou diferenças para o teor de açúcar (POL) na variedade RB867515 para os diferentes tratamentos de irrigação e para os ciclos de cana-planta e cana-soca, corroborando os resultados deste ensaio, onde as lâminas de irrigação não interferiram dos teores de açúcar.

#### 3.2.4.4 Tonelada de sacarose por hectare (POL) – TPH

Para a variável tonelada de açúcar por hectare (TPH), em cana-planta, o modelo de regressão quadrática foi altamente significativo ( $p < 0,001$ ), em função das variações das lâminas avaliadas, explicando 98,65% das variações do rendimento em açúcar (TPH), de acordo com a equação:  $TPH_{RB867515} = 17,806 + 4,4612 L - 1,6591L^2$ .

A previsão de produção de açúcar por hectare para a lâmina testemunha sem irrigação ( $L_0$ ), de acordo com a equação, é de 17,80 toneladas, e para o tratamento  $L_4$  (133% da lâmina base) é de 20,90 toneladas de POL  $ha^{-1}$  (TPH), resultando um aumento de 17,42% a mais que a testemunha.

Em cana-soca, o modelo também foi altamente significativo ( $p < 0,001$ ) explicando 98,78% das variáveis de produção de açúcar por hectare, em função das lâminas aplicadas conforme a equação:  $TPH_{RB867515} = 14,442 + 8,1543 L - 3,6836L^2$ .

Assim, a expectativa de produção para o tratamento testemunha sem irrigação ( $L_0$ ) seria de 14,44 toneladas de POL  $ha^{-1}$ , e para o tratamento  $L_4$  (133% da lâmina base) 18,95 toneladas de açúcar por hectare (TPH), mostrando uma diferença de 31,25% a mais para o tratamento irrigado.

A produção de açúcar por área, tonelada de POL por hectare, (TPH) é uma medida adimensional resultante do teor de sacarose da planta e da produtividade (TCH), e pode-se observar que embora na cana-planta, a TPH tenha sido maior, apresentou ganhos menores entre a testemunha ( $L_0$ ) e a lâmina de maior expectativa de produtividade ( $L_4$ ) comparada a cana-soca. Isto foi resultante da menor diferença de produtividade (TCH) na cana-planta entre a testemunha e o tratamento  $L_4$  (133% da lâmina base), haja vista, que a POL foi muito semelhante nos dois ciclos, mostrando que houve melhor resposta a irrigação na cana-soca, comparada à cana-planta (Figura 29).

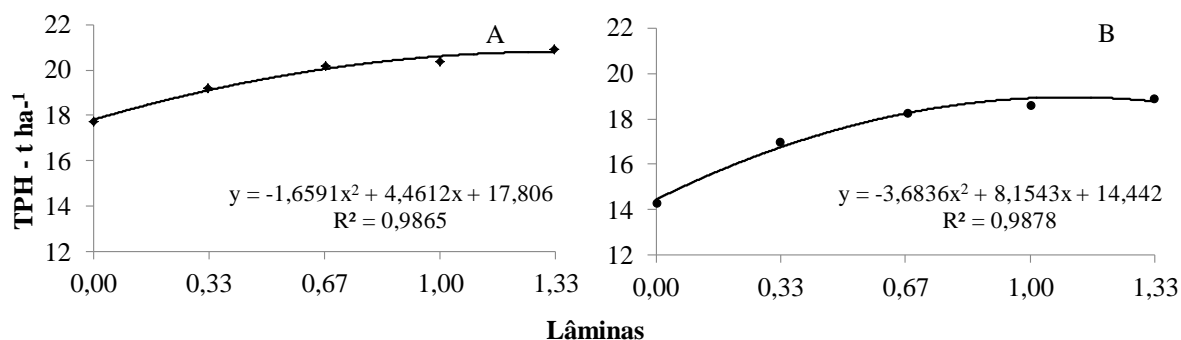


Figura 29. Produção de sacarose, tonelada de POL ha<sup>-1</sup> (TPH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.2.4.5 Tonelada de sacarose por hectare por dia – TPHD

A colheita desta variedade em cana-planta ocorreu aos 398 dias após o plantio (DAP), e o resultado da regressão para a variável, t pol ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (TPHD) explica 98,75% das variações totais, (p<0,001) de acordo com o modelo de equação:  $TPHD_{RB867515} = 0,0447 + 0,0112 L - 0,0042 L^2$ .

Assim, para o tratamento testemunha sem irrigação (L<sub>0</sub>), a estimativa de TPHD seria de 0,0447 t ha<sup>-1</sup> dia, e o máximo de produtividade esperada seria de 0,0522 t ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para o tratamento L<sub>4</sub> (133%, da lâmina base), resultando em uma produção 16,71% maior que a testemunha.

A cana-soca, colhida aos 360 dias após o corte da cana-planta (DAC), a regressão quadrática também foi altamente significativa (p<0,001) e explica 98,73% das variações totais para a variável TPHD, conforme o modelo de equação:  $TPHD_{RB867515} = 0,0401 + 0,0226 L - 0,0102 L^2$ .

Desta forma, o tratamento testemunha sem irrigação (L<sub>0</sub>), teria uma expectativa de produção de 0,0401 t pol ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e a produção máxima seria para o tratamento L<sub>4</sub> (133% da lâmina base), com 0,0534 t pol ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, um aumento de 33,21% a mais que o tratamento testemunha.

Observou-se que a produção máxima de t pol ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, foi maior na cana-soca (Figura 30B), embora a produção total de TPH tenha sido maior na cana-planta (Figura 29A), e isto se deveu ao fato do ciclo da cana-soca ter sido menor (360 dias), como também a resposta à irrigação foi maior em cana-soca, pois a diferença de TCH estimada entre a maior e menor lâmina na cana-planta foi de, 18,61 e na cana-soca de 28,28 TCH respectivamente.

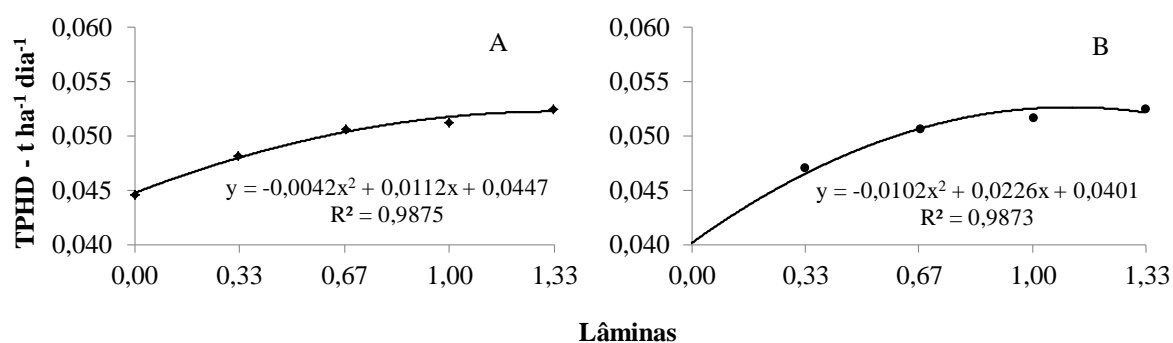


Figura 30. Produção de pol ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (TPHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas, L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB867515. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.3 VARIEDADE RB92579

#### 3.3.1 Precipitação e lâminas de irrigação

O experimento foi plantado em 01 de junho de 2011, e as lâminas adicionais em cana-planta (Figura 31), aplicadas após o plantio até o início do período chuvoso foram menores do que as esperadas devido à ocorrência de 53,9 mm de precipitação no mês de junho a setembro de 2011. Com o reinício das chuvas em outubro, não houve mais demanda de irrigação até o final do período chuvoso. A irrigação foi interrompida com 30 dias de antecedência da colheita para facilitar a maturação.

As lâminas totais em cana-planta variaram de 1.673,40 mm, correspondendo à precipitação do período, a 2.068,27 mm, somando-se às lâminas adicionais de irrigação com 0,0 (zero) mm (L<sub>0</sub>), 98 mm (L<sub>1</sub>), 196 mm, (L<sub>2</sub>) 297 mm (L<sub>3</sub>) e 395 mm (L<sub>4</sub>).

Em cana-soca (Figura 31), a precipitação foi de 1802,50 mm e as lâminas de irrigação de 0,0 (zero) mm (L<sub>0</sub>), (L<sub>1</sub>) 193 mm, (L<sub>2</sub>) 387 mm, (L<sub>3</sub>) 586 mm e (L<sub>4</sub>) 780 mm, proporcionando uma faixa de lâmina d'água de 1802,5 mm a 2582,11 mm. A colheita da cana-planta foi feita em 15 de setembro de 2011, aos 458 dias após o plantio (DAP), e a cana-soca 360 dias após o corte (DAC) da cana-planta. Em ambos os ciclos, a irrigação foi interrompida 30 dias anterior à colheita.

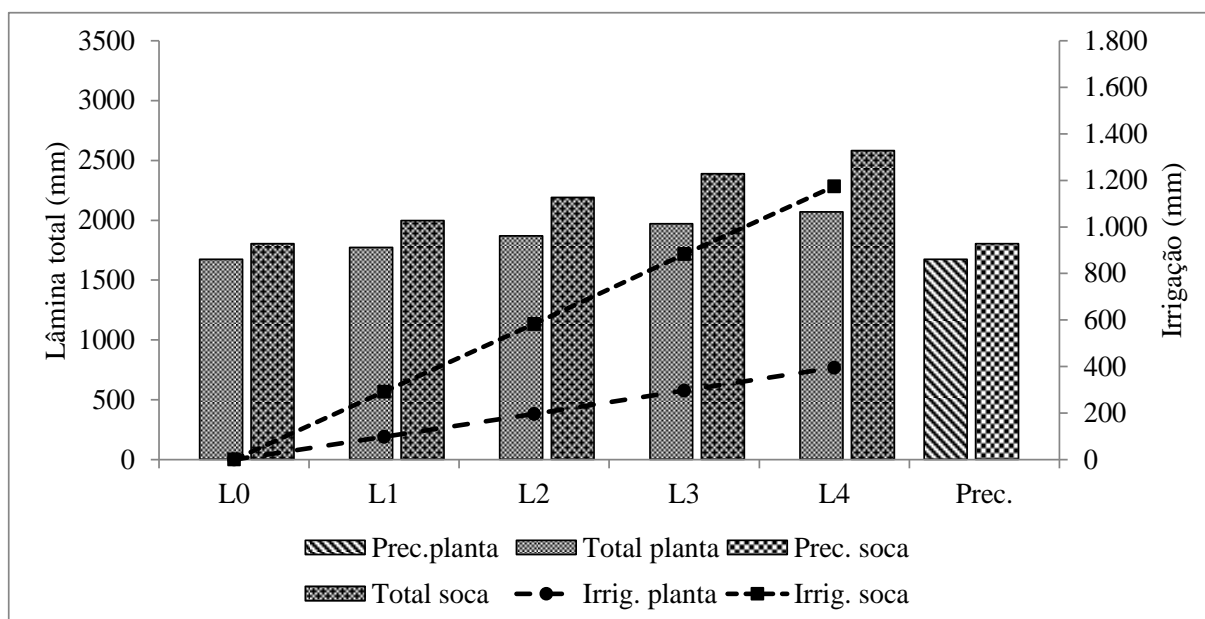


Figura 31. Lâmina total de água para os tratamentos L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub> (precipitação, precipitação + irrigação e lâmina total). Variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.3.2 Variáveis Morfológicas

#### 3.3.2.1. Estatura dos colmos (cm)

As avaliações dos dados de estatura dos colmos foram feitas ao longo dos dois ciclos (cana-planta e cana-soca), e a análise de variância aos 458 dias após o plantio (DAP), e aos 360 dias após o corte (DAC).

A estatura dos colmos em cana-planta (Figura 32A) teve valores crescentes ao longo do ciclo, com diferenças significativas ( $p < 0,001$ ), e na colheita não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos irrigados (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>), e somente o tratamento L<sub>4</sub> (133% lâmina base), diferenciou significativamente da testemunha (L<sub>0</sub>). No período compreendido entre o plantio e até aos 112 DAP (outubro de 2011) o crescimento foi lento e coincidindo com o período de germinação e perfilhamento, como também de estiagem na região.

O crescimento da testemunha (L<sub>0</sub>), foi de 0,27 cm dia<sup>-1</sup> e para o tratamento L<sub>4</sub>, 0,33 cm dia<sup>-1</sup>, a partir desta data com o início período chuvoso, houve um rápido crescimento até aos 338 DAP, final do período de ocorrência de chuvas, em maio de 2012 e decrescendo até a colheita aos 458 DAP. No período de maior crescimento, entre 112 DAP a 338 DAP, o

tratamento L<sub>0</sub>, teve um crescimento médio de 1,62 cm dia<sup>-1</sup>, e o tratamento L<sub>4</sub> (133% da lâmina base), 1,76 cm dia<sup>-1</sup>, mostrando que os tratamentos irrigados, que não estão sob estresse hídrico, tem melhor desenvolvimento a partir do reinício das chuvas.

Na fase onde o crescimento foi mais lento, dos 338 DAP até a colheita 458 DAP, a testemunha teve um crescimento de 0,45 cm dia<sup>-1</sup> e os tratamentos irrigados tiveram em média 0,36 cm dia<sup>-1</sup>, indicando que a cana-de-açúcar apresenta uma curva de crescimento semelhante, independente do tratamento, ficando bem definida três fases, que pode ser interpretada como a fase inicial de estabelecimentos, onde a irrigação tem pouca influencia no crescimento, devido ao tempo que a planta demanda para germinação e perfilhamento, a segunda fase de maior crescimento, que depende das condições climáticas, principalmente do fornecimento adequado de água, e a fase final onde ocorre um crescimento mais lento, compreendido como a fase de maturação, onde ocorre maior acúmulo de açúcares na cana-de-açúcar.

Na cana-soca (Figura 32B) observou-se que o comportamento de crescimento foi semelhante em todos os tratamentos, similar ao comportamento observado na cana-planta. Estas diferenças de comportamento no crescimento, entre cana-planta e cana-soca, é influenciado pela época de corte da cana-soca que foi feita em meados de setembro próximo ao início das chuvas na região, não ocorrendo um período longo de restrição hídrica na fase inicial, como também, a brotação de soca e perfilhamento da cana-soca, é mais rápido que o processo de germinação e perfilhamento da cana-planta sob as mesmas condições.

O período de menor crescimento, ocorreu entre 0,0 (zero) e 60 dias após o corte DAC, em novembro de 2012, onde já havia iniciado o período das chuvas desde outubro, e neste período, a testemunha L<sub>0</sub> cresceu 0,48 cm dia<sup>-1</sup> e o tratamento L<sub>4</sub>, que diferenciou significativamente da testemunha, 0,79 cm dia<sup>-1</sup> evidenciando o benefício de suprimento de água. O período de desenvolvimento mais rápido ocorreu entre 60 e 240 DAC em maio de 2013, final do período chuvoso, sendo observado na testemunha um crescimento de 1,58 cm dia<sup>-1</sup> e para os tratamentos irrigados 1,63 cm dia, e posteriormente um crescimento mais acentuado dos 240 DAC até a colheita aos 360 DAC.

Nesta fase, o crescimento da testemunha (L<sub>0</sub>), foi de 0,32 cm dia<sup>-1</sup>, e do tratamento (L<sub>4</sub>) 0,45 cm dia<sup>-1</sup>, e esta diferença se deve à irrigação que foi aplicada até meados de agosto, 30 dias anterior à colheita, como também é o período de estiagem na região, mostrando a resposta à irrigação.

Observaram-se diferenças significativas entre as épocas e lâminas ( $p < 0,001$ ) e resultados semelhantes foram encontrados por Inman-Bamber (2002) e Almeida et al. (2008) para cana-planta.

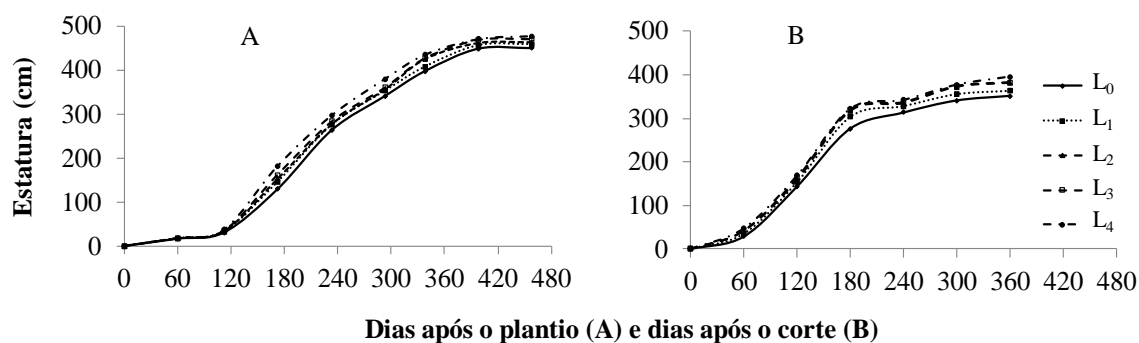


Figura 32. Estatura dos colmos (cm), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.3.2.2 Número de colmos por metro quadrado

A análise de variância dos dados de colheita, para o número de colmos por  $m^2$ , demonstra que os resultados foram semelhantes na colheita da cana-planta aos 458 DAP, e da cana-soca 360 DAC, não apresentando diferenças significativas nos ciclos entre as diferentes lâminas aplicadas e a testemunha, mas ocorreram diferenças significativas entre as épocas durante os ciclos ( $p < 0,001$ ), e entre as lâminas aplicadas ( $p < 0,001$ ).

Uma das características desta variedade é o alto perfilhamento, e observou-se que a cana-soca (Figura 33B) perfilhou mais que a cana-planta (Figura 33A), devido principalmente à época de colheita, no mês de setembro, próximo ao início do período de chuvas na região, que favoreceu a brotação e o perfilhamento.

Em cana-planta, o maior número de colmos  $m^2$ , ocorreu aos 112 dias após o plantio (DAP), no início do período de chuvas, com a testemunha ( $L_0$ ) com 14,65 e o tratamento  $L_4$ , maior lâmina aplicada com 16,78 colmos  $m^2$  respectivamente, mas na colheita o número final de colmos na testemunha ( $L_0$ ) foi de 7,71 colmos  $m^2$ , e para o tratamento  $L_4$ , 8,38 colmos  $m^2$ , com redução de 47,37% e 50,05% respectivamente.

Em cana-planta (Figura 33A), a média do número de colmos  $m^2$ , aos 112 DAP, foi muito semelhante para todos os tratamentos com 16,12 colmos  $m^2$ , e apresentou

comportamento similar no mesmo período em relação a estatura dos colmos (Figura 32A), fase em que a cana direciona a energia produzida para a formação de perfilhos, resultados semelhantes aos obtidos por Almeida et al. (2008), em ensaio no município de Rio Largo - AL, com as variedades, RB92579, RB931530 e SP79-1011, o qual observaram que a variedade RB92579 foi a que mais perfilhou com 27,6 perfilhos aos 120 dias DAP e por Abreu et al. (2013) em ensaio nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas-AL, que observaram tendência similar de perfilhamento para as variedades RB863129, RB867515, RB92579, RB93509, RB931003, e RB951541 em três ciclos da cultura, e resultados diferentes foram encontrados por Oliveira et al. (2007), no município de Paranavaí - PR, que observaram a ocorrência de maior perfilhamento aos 231 DAP, em experimento com as variedades RB72454, RB855113 e RB855536, e Oliveira et al. (2010) em trabalho com 11 variedades, no município de Carpina - PE, observaram maior perfilhamento para a RB92579 aos 60 DAP.

A cana-soca (Figura 33B), apresentou o maior número de colmos  $m^{-2}$  aos 60 dias após o corte (DAC), onde o tratamento testemunha ( $L_0$ ), teve 20,68 colmos  $m^{-2}$ , e o tratamento  $L_3$ , lâmina base, o maior número de colmos, com 24,88 colmos  $m^{-2}$ , ocorrendo um decréscimo a partir desta data e estabilizando a partir dos 180 DAC até a colheita.

A redução de colmo entre a data de maior perfilhamento e a colheita para o tratamento testemunha ( $L_0$ ) foi de 61,32% e de 63,97% para a lâmina ( $L_4$ ), que apresentou o maior número de colmos na colheita, valor superior ao da cana-planta, corroborando a teoria de que esta variedade destina um gasto muito grande de energia no início do ciclo para a emissão de colmos.

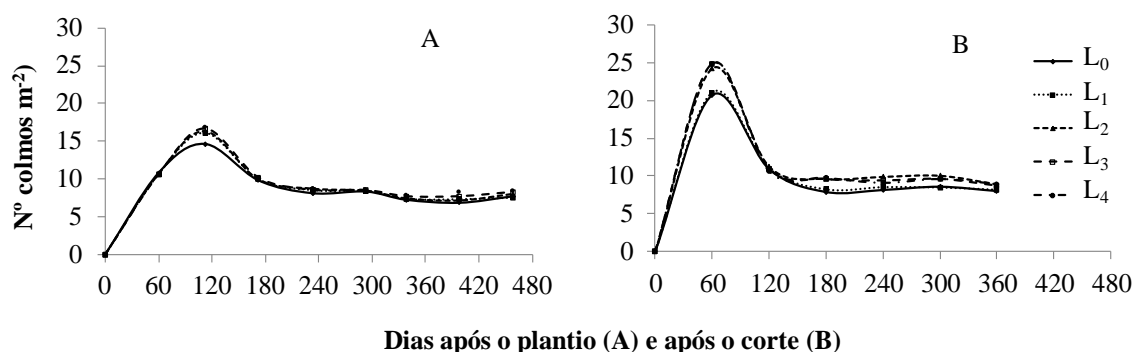


Figura 33. Número de colmos  $m^{-2}$ , em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.3.2.3 Índice de área foliar ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ )

O índice de área foliar (IAF), em cana-planta (Figura 34A) foi muito semelhante para todos os tratamentos até aos 60 dias após o plantio (DAP), em agosto de 2011, e iniciando aos 112 DAP em outubro de 2011, um rápido aumento até aos 293 DAP, devido ao maior desenvolvimento das plantas, pelo fato de ter se iniciado o período das chuvas, sendo que os tratamentos  $L_3$  e  $L_4$  atingiram os valores máximos de IAF aos 172 DAP, e os demais tratamentos irrigados (lâminas menores) aos 233 DAP, ocorrendo a partir desta data de avaliação, um decréscimo gradual até a data de colheita.

A testemunha atingiu o máximo IAF aos 293 DAP, e teve um decréscimo mais acentuado que os tratamentos irrigados, tendo em vista que dos 233 aos 458 DAP, ocorre o período de estiagem na região do estudo. Os maiores valores de IAF para cada tratamento foram observados nos tratamentos  $L_4$ , com  $5,65 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  e a testemunha com  $5,21 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  respectivamente.

Em cana-soca (Figura 34B) os maiores índices ocorreram aos 240 DAP, em maio de 2013 para todos os tratamentos, devido o corte da cana-planta ter ocorrido em setembro de 2012, próximo do início do período chuvoso. Os índices máximos de área foliar observado foram inferiores ao da cana-planta, onde o maior IAF na cana-planta foi de 5,65 para o tratamento  $L_4$ , e em cana-soca de 4,89 para ao mesmo tratamento, e para a testemunha o IAF máximo na cana-planta foi 5,21 e na cana-soca  $4,43 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$ . Machado et al. (1982) relatam que o IAF ideal estaria em torno de 4 (quatro), e que seria suficiente para interceptar cerca de 95% da radiação solar.

Costa et al. (2011) em ensaio no município de Rio Largo – AL, com as variedades RB92579, RB931530, RB93509 e SP79-1011, em regime de quarto corte observaram na variedade RB92579 sem irrigação, IAF de 3,07 aos 120 DAP, e  $2,7 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  na colheita respectivamente, enquanto que neste trabalho o valor encontrado aos 120 DAP na testemunha foi de 3,55 e  $1,9 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  na colheita, mas os ensaios foram em situações edafoclimáticas diferentes, mas com a mesma tendência de diminuição da área foliar.

Oliveira et al. (2007), em estudo com as variedades RB72454, RB855536 e RB855113, na região do Norte do Paraná, encontraram a mesma tendência dos valores de IAF e diferenças entre as mesmas, mas os valores máximos foram encontrados no período entre 323 a 377 dias após plantio (DAP), Holanda et al. (2009) em estudo no Centro de Ciências Agrárias da UFAL, em Alagoas, observaram os maiores valores de IAF, aos 215 DAP para as variedades RB93509 e RB98710, com índices entre  $4,25 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$  e  $4,24 \text{ m}^2 \text{m}^{-2}$



respectivamente. Abreu et al. (2013) em ensaio nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, observaram que com maior déficit hídrico houve menor IAF e os maiores IAF foram encontrados na variedade RB92579 em cana-planta e na RB93509 na cana-soca.

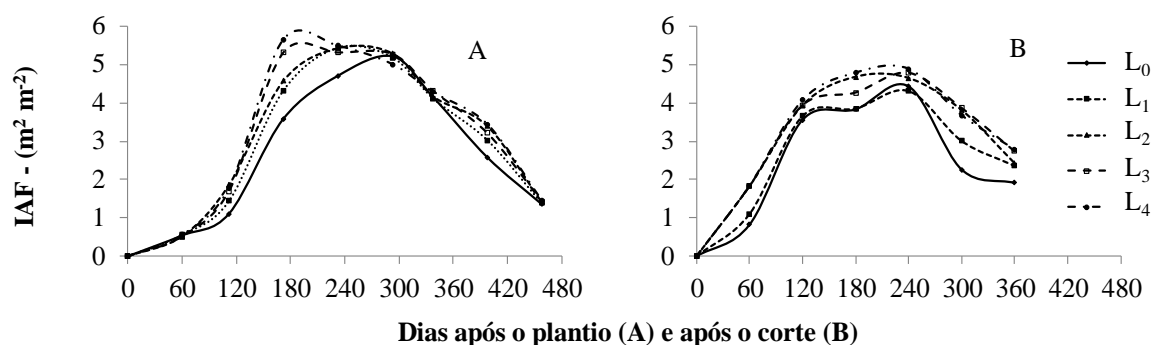


Figura 34. Índice de área foliar - IAF ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Os valores de IAF, observados neste ensaio, e pelos diversos autores citados, são diferentes para a mesma variedade e entre variedades, mostrando que as condições de cultivo, clima e solo podem interferir na dimensão do IAF da variedade e nas taxas de fotossíntese, influenciando a produtividade agrícola e os teores de açúcar da cana-de-açúcar.

### 3.3.3. Análise de Crescimento

#### 3.3.3.1 Produção de massa seca – MS ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )

A análise do crescimento da cana-de-açúcar tem permitido avaliar os efeitos de uso de tecnologias em diferentes formas, desde os tratos culturais e em um contexto mais amplo permite o estudo da produtividade de culturas em diferentes sistemas de produção, que é realizada através de avaliações sequenciais de acúmulo de fitomassa ou de índices fisiológicos por ela obtidos (GAVA et al., 2001).

Para determinação da massa seca total dos tratamentos, utilizou-se da metodologia de amostras destrutivas (OLIVEIRA et al., 2005), durante os ciclos da cultura (cana-planta e

cana-soca) e para determinação do crescimento quantitativo, utilizou-se uma função logística (ZULLO et al., 1984) o qual apresentou uma forma sigmoide que é característica do crescimento vegetal, (SILVEIRA et al., 1985).

No ciclo da cana-planta (Figura 35A), observou-se um acúmulo muito baixo até os 112 DAP para todos os tratamentos e desta data (01 de outubro de 2011), até aos 293 DAP (01 de abril de 2012), coincidente com o período de maior precipitação da região observa-se um acúmulo de massa seca crescente nos tratamentos irrigados, o qual as lâminas L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub> apresentaram um perfil de crescimento sempre superior às demais lâminas em todas as épocas avaliadas.

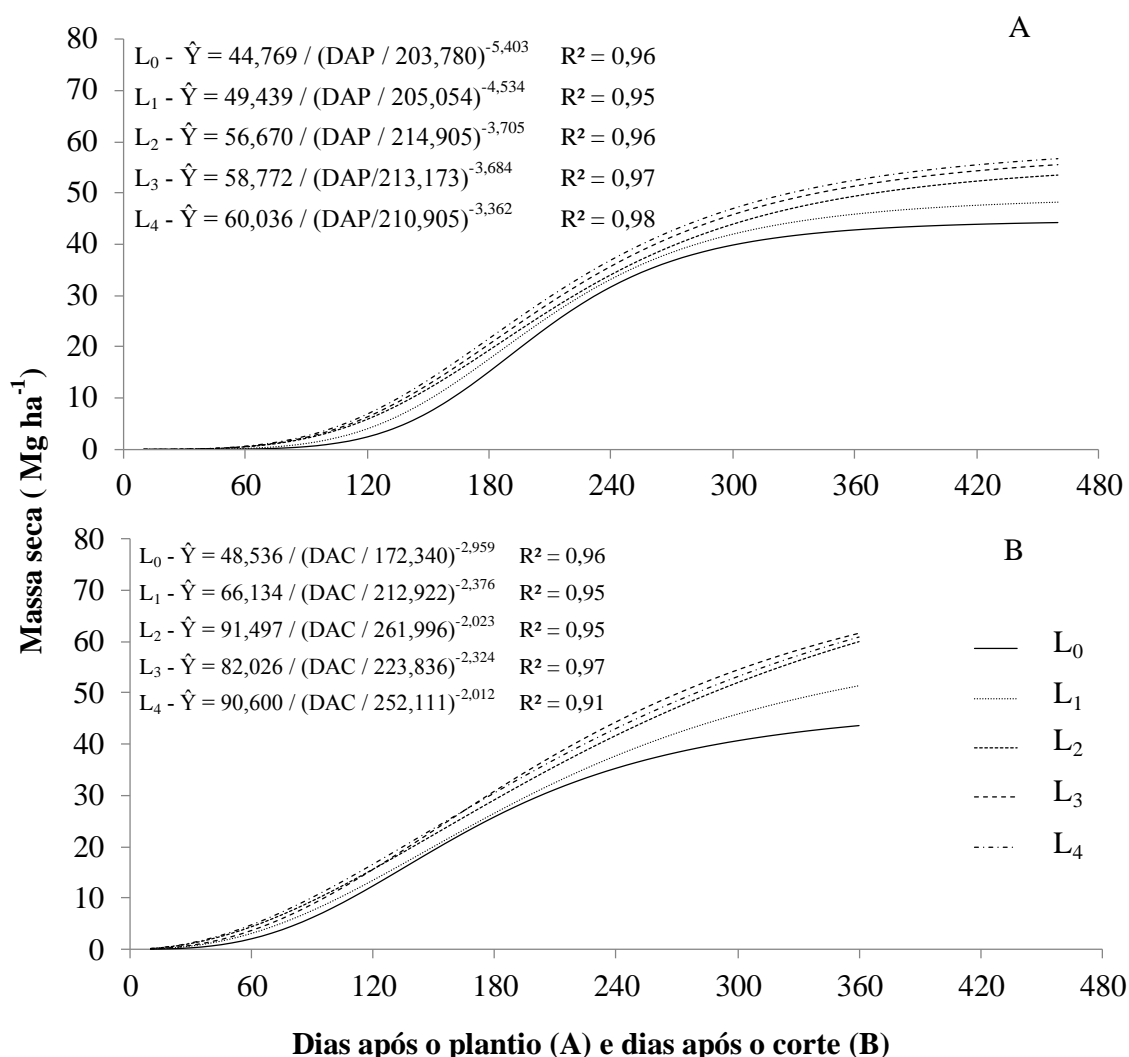


Figura 35. Produção de massa seca - MS (Mg ha<sup>-1</sup>), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

As produtividades máximas esperadas para os tratamentos aos 458 dias após o plantio, de acordo com o modelo de regressão seriam:  $L_0$ , 44,21,  $L_1$ , 48,17,  $L_2$ , 53,43,  $L_3$ , 55,34 e  $L_4$ , 55,91, respectivamente, e a média dos tratamentos  $L_3$ , e  $L_4$ , apresentaram uma produção de 25,81% a mais que a testemunha ( $L_0$ ), sem irrigação.

Todos os tratamentos apresentaram uma diminuição no acúmulo de massa seca, dos 360 DAP até a data da colheita aos 458 DAP, coincidente com o período de estiagem da região e da fase de maturação da cana-de-açúcar.

Oliveira et al. (2010), em experimento com 11 variedades observou comportamento semelhante, mas com valores diferentes, o qual a RB92579 aos 120 dias apresentou  $8 \text{ Mg ha}^{-1}$  enquanto que neste experimento, observou-se  $1,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  na testemunha, e  $5,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  para a maior lâmina aplicada.

Em cana-soca (Figura 35B), observa-se comportamento diferente no início do ciclo, pelo fato da colheita ter ocorrido muito próxima do início do período chuvoso na região, propiciando melhores condições de crescimento. No período similar de avaliação (112 DAP e 120 DAC), a cana-soca produziu 86,27% a mais no tratamento testemunha, ( $L_0$ ) e 70,19% no tratamento lâmina base ( $L_3$ ).

Na colheita, a expectativa de produção de massa seca esperada de acordo com modelo de regressão utilizado, a produção do tratamento testemunha ( $L_0$ ) seria de 43,61,  $L_1$ , 51,38,  $L_2$ , 59,97,  $L_3$ , 61,61 e  $L_4$ , 60,87 toneladas por hectare ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) respectivamente. Observou-se que na cana-soca a produção de massa seca do tratamento  $L_3$ , foi superior à maior lâmina ( $L_4$ ) a partir dos 180 dias após o corte, que pode ser atribuída aos erros experimentais, tendo em vista a pequena diferença entre ambos.

Almeida et al. (2008), em experimento com diversas variedades, no município de Rio Largo – AL, observaram diferenças significativas e maior acúmulo de massa seca no colmo, na variedade RB92579, comparada às variedades RB93509, SP79-1011 e RB931530, na colheita, em cana-planta e cana-soca.

### 3.3.3.2 Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $\text{g m}^2 \text{ dia}^{-1}$ )

A taxa de produção de massa seca TPMS, é muito utilizada em estudos da fisiologia da produção, e serve para quantificar a quantidade de massa por unidade de área de solo, em uma unidade de tempo (LUCCHESI, 1984), e em cana-planta (Figura 36A), observou-se que as maiores taxas de crescimento ocorreram no período de 172 aos 293 dias após o plantio

(DAP), e a maior taxa observada, aos 233 dias DAP, em fevereiro de 2012, com média de  $26,93 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  entre todos os tratamentos e com pouca diferença entre os mesmos.

Este tipo de análise resulta numa curva em forma de sino, que indica um crescimento até uma taxa máxima e posteriormente uma redução nas taxas até a colheita. No início do ciclo da cana-planta, do 0,0 (zero) aos 112 DAP, os tratamentos irrigados apresentaram as maiores taxas, com a testemunha sem irrigação ( $L_0$ ), com uma taxa de 2,73 e a lâmina  $L_4$ ,  $8,12 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , respectivamente.

Oliveira et al. (2010), em experimento no município de Carpina – PE com diversas variedades, observaram que a TPMS para a variedade RB92579 foi de  $232 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , ( $23,20 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), valores próximos aos observados neste experimento e Almeida et al. (2008), com estudo realizado em Rio Largo – AL, atribuíram maiores produtividades, a esta variedade, devido a sua alta capacidade de perfilhamento.

Na cana-soca (Figura 36B), o comportamento diferenciou da cana-planta, onde a maior taxa de crescimento ocorreu aos 180 DAC, com média entre os tratamentos de  $23,07 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ . Observou-se que houve uma antecipação de aproximadamente 60 dias, na fase inicial do ciclo, comparada à cana-planta na taxa de crescimento, provocado principalmente pela disponibilidade de água para a soca, devido ao corte ter sido feito em meados de setembro e o início das chuvas na região no início de outubro.

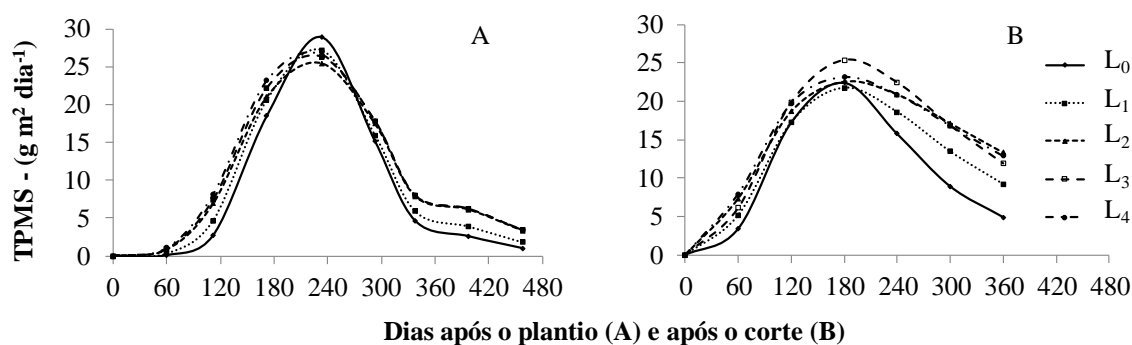


Figura 36. Taxa de produção de massa seca – TPMS ( $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e cana-soca (B), nas lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ , e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

A partir do momento em que a cultura atinge a maior taxa, a TPMS apresenta um decréscimo apresentando uma forma de sino, devido ao fato da cana acumular menor massa ao final de seu ciclo e fica bastante evidente a importância da água para a cultura da cana-de-

açúcar, pois a TPMS observada na fase final, anterior à colheita, compreendendo o período de 300 a 360 DAC, em pleno período de estiagem, no tratamento  $L_3$  (lâmina base) a TPMS é de 16,81 e 12,88  $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$ , enquanto que na testemunha a TPMS é de 8,94 e 4,92  $\text{g m}^2 \text{dia}^{-1}$  respectivamente.

### 3.3.3.3 Taxa de crescimento relativo – TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ )

A taxa de crescimento relativo TCR, conforme Benincasa (1988) e Reis e Muller (1979), significa o incremento na massa seca por unidade de massa seca inicial, em um intervalo de tempo e observou-se nos dois ciclos, cana-planta (Figura 37A) e cana-soca (Figura 37B) que as maiores taxas ocorreram aos 60 dias após o plantio (DAP) e após o corte (DAC).

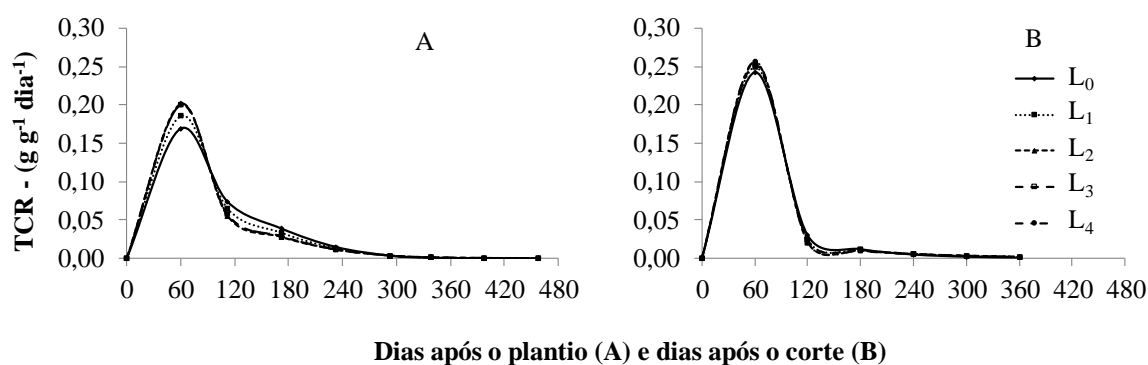


Figura 37. Taxa de crescimento relativo TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Silva et al (2005), encontraram resultados diferentes, o qual observou a maior taxa de crescimento relativo aos 100 DAC, em experimento com a variedade RB845197, no Norte do Paraná.

Para ambos os ciclos, observou-se que a TCR diminuiu a medida que ocorreu o crescimento da planta, mas como apresentam número de dias diferentes, para os ciclos, a cana-planta estabilizou o crescimento a partir a partir dos 300 DAP e a cana-soca a partir dos 120 DAC. A cana-soca apresentou TCR, maior que a cana-planta, mas a média durante os

dois ciclos foram muito próximas, com 0,04 e 0,05 g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para cana-planta e cana-soca respectivamente.

O comportamento das taxas observadas neste ensaio são semelhantes aos encontrados por Ramesh, (2000) Gava et al. (2001) e Oliveira et al. (2005).

#### 3.3.3.4 Taxa de assimilação líquida – TAL (g m<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup>)

A taxa de assimilação líquida (TAL), representa o incremento de massa seca acumulada na planta por unidade de área foliar planta, sendo um indicativo que a planta tem da sua capacidade em aumentar sua fitomassa e segundo Pereira e Machado (1987), a TAL é a estimativa da fotossíntese líquida, que é a resultante do material produzido pela fotossíntese e o perdido pela respiração, e conforme relato de Larcher (2000), o valor da TAL é normalmente mais alto durante a fase de maior crescimento, o que corrobora os resultados deste ensaio.

Em cana-planta (Figura 38A) as maiores TAL observadas, foram aos 112 DAP para os tratamentos L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, e para o tratamento testemunha, L<sub>0</sub> e L<sub>1</sub> aos 172 DAP, mas o IAF neste período foi maior do que três, sendo considerado o IAF mínimo para realização de fotossíntese adequada. (INMAN-BAMBER, 2005).

Em cana-soca (Figura 38B) os maiores valores foram aos 120 DAC onde também o IAF já apresentava valores maiores do que três, similar ao resultado da cana-planta. Os valores de IAF, na colheita da cana-soca foram maiores, provavelmente pelo fato de ter recebido maiores lâminas que a cana-planta, mantendo um número maior de folhas verdes.

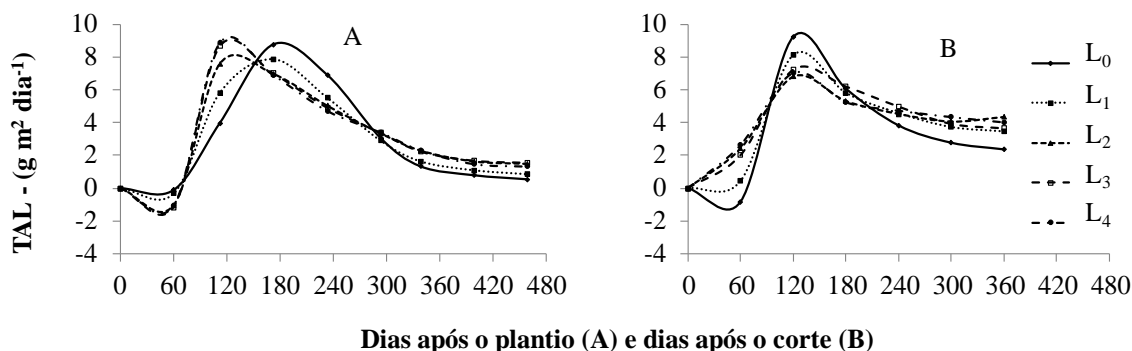


Figura 38. Taxa de assimilação líquida - TAL (g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas L<sub>0</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> e L<sub>4</sub>, aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

### 3.3.3.5 Taxa de elongação do colmo (cm).

A taxa de elongação do colmo (TEC), na cana-planta (Figura 39A), apresentou taxas próximas até aos 112 dias após o plantio (DAP), e aos 172 DAP as lâminas  $L_3$  e  $L_4$  apresentaram as maiores taxas com crescimento de 2,11 e 2,40  $\text{cm dia}^{-1}$ , enquanto a testemunha teve um crescimento de 1,64  $\text{cm dia}^{-1}$ , e as maiores taxas para os demais tratamentos, ocorreram aos 233 DAP. Este comportamento teve similaridade com os resultados do IAF, resultado semelhante aos obtidos por Oliveira et al (2005) em experimento no Norte do Paraná, com as variedades RB72454, RB855113 e RB855536, que observaram que o período de maior elongação também correspondeu aos maiores valores de IAF, mas na faixa entre 323 e 377 dias após o plantio.

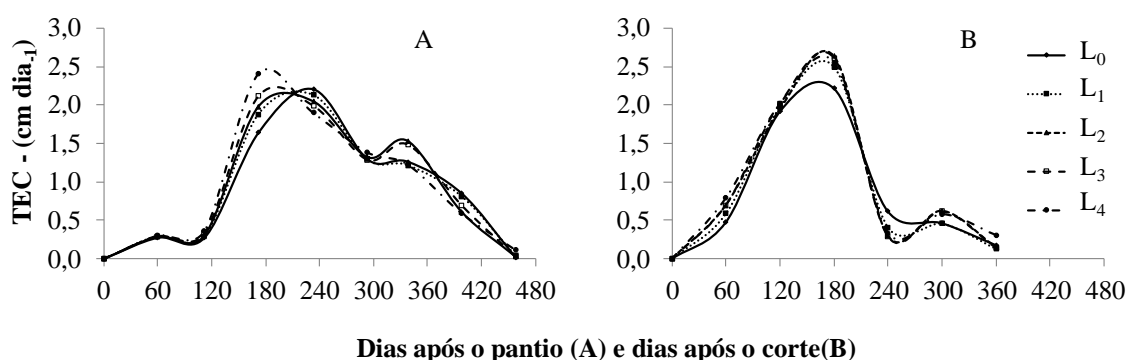


Figura 39. Taxa de elongação do colmo TEC ( $\text{cm dia}^{-1}$ ), em cana-planta (A) e soca (B), nas lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São Jose do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Na cana-soca (Figura 39B), as maiores taxas foram no período compreendido entre 120 e 180 dias após o corte, nos meses de janeiro a março, período em que o IAF também se apresentava maior que três, índice considerado como mínimo necessário, para que haja boa interceptação da radiação solar (INMAN-BAMBER, 2005) para formação de carboidrato da planta.

### 3.3.4 Variáveis de Produção

#### 3.3.4.1 Tonelada de cana por hectare – TCH

O modelo de regressão quadrática da variável TCH para cana-planta (Figura 40A), em função das lâminas de irrigação, foi altamente significativo ( $p < 0,001$ ), explicando 98,3 % das variações da produtividade agrícola em função das variações das lâminas de irrigação, conforme a equação:  $TCH_{RB92579} = 159,8 + 53,731 L - 16,67 L^2$ .

Com isso, o tratamento sem irrigação ( $L_0$ ), a estimativa de TCH seria de  $159,8 \text{ t ha}^{-1}$  e o máximo de produtividade de TCH ocorreria para a lâmina  $L_4$  (133 % da lâmina base), com  $201,76 \text{ t ha}^{-1}$ . Esta produtividade do tratamento  $L_4$  representa um acréscimo de 26,25% em relação ao tratamento não irrigado.

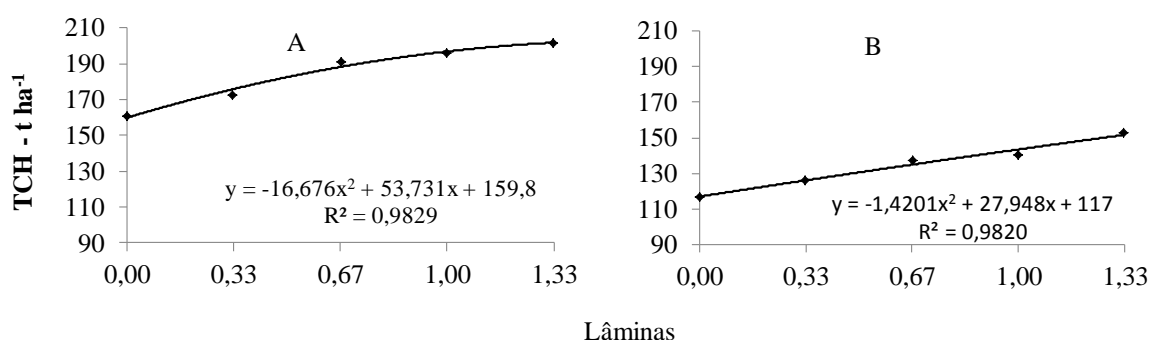


Figura 40. Produtividade, tonelada de cana  $\text{ha}^{-1}$  (TCH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ , e  $L_4$ , aplicadas, na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Em cana-soca (Figura 40B), o modelo de regressão quadrática, para a produtividade (TCH), também foi altamente significativo ( $p < 0,001$ ), em função das lâminas de irrigação, explicando 98,20% das variações da TCH, em função das variações das lâminas de irrigação de acordo com a equação:  $TCH_{RB92579} = 117,0 + 27,948 L - 1,4202 L^2$ .

Desta forma, a estimativa de produção da lâmina  $L_0$ , (sem irrigação) seria de  $117,0 \text{ t ha}^{-1}$ , e o máximo de produtividade estimada seria de  $151,659 \text{ t ha}^{-1}$ , para a lâmina  $L_4$ , representando um aumento de 29,62% em relação à testemunha.



A percentagem de incremento de produtividade da cana-planta, entre os tratamentos,  $L_0$  e  $L_4$ , foi menor quando comparado à cana-soca, embora a produtividade da cana-planta tenha sido maior para os dois tratamentos, indicando com isto, melhor resposta da irrigação na cana-soca (Figura 40).

### 3.3.4.2 Tonelada de cana por hectare por dia – TCHD

A colheita da cana-planta desse experimento, para a variedade RB92579 foi realizada com 458 dias após o plantio (DAP), e o resultado da regressão para a variável t. cana  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  (TCHD) explicou também 98,3% das variações totais, em função das lâminas aplicadas através do modelo:  $TCHD_{RB92579} = 0,3489 + 11,71 L - 0,0362 L^2$ .

Para a lâmina  $L_0$ , sem irrigação a estimativa de TCHD seria de  $0,3489 \text{ t ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  e o máximo de produtividade de TCHD, ocorreria para a lâmina  $L_4$  (133 % da lâmina base), com  $0,4406 \text{ t ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ , representando um acréscimo de 26,28% em relação ao tratamento não irrigado (Figura 41A).

Em cana-soca (Figura 41B), o modelo de regressão quadrática também foi altamente significativo, explicando 98,21% das variações de tonelada de cana por hectare dia, através do modelo  $TCHD_{DRB92579} = 0,325 + 0,0776 L - 0,0039 L^2$ . Com isso, a produtividade mínima diária, para esta cultivar seria de 0,325 TCHD para o tratamento sem irrigação ( $L_0$ ), e o máximo esperado seria de 0,4244 TCHD, mostrando um incremento de 30,58% a mais que o tratamento sem irrigação.

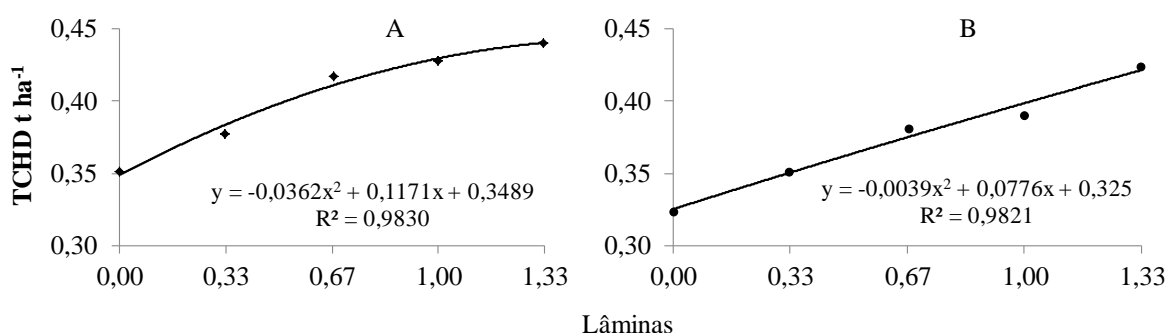


Figura 41. Produtividade, tonelada de cana  $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$  (TCHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ , e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

A cana-soca teve um ciclo de 90 dias a menos que a cana-planta, mas percentualmente o tratamento  $L_4$  apresentou maior incremento em relação ao tratamento testemunha ( $L_0$ ), indicando que houve melhor resposta à irrigação. Na cana-planta, a produtividade para o tratamento testemunha ( $L_0$ ) sem irrigação, produziu mais que o mesmo tratamento em cana-soca, mas pode ter sido devido ao maior número de dias do ciclo, tendo em vista que esta variedade não floresceu e teve mais tempo para formação de massa.

### 3.3.4.3 Teor de sacarose – POL

Ocorreram diferenças significativas para o teor de sacarose, entre a cana-planta (Figura 42A) e cana-soca (Figura 42B), ( $p < 0,001$ ), sendo que a média do teor de sacarose da cana-soca (17,0% POL) foi 10,39% maior que a cana-planta (15,40% POL), que pode ter sido provocada pelas condições climáticas mais favoráveis à maturação no segundo ciclo, mesmo com lâminas totais maiores de água, como também devido à época de colheita que ocorreu após um longo período de estiagem, fator este que favorece a maturação, mas não houve diferenças significativas dentro do ciclo, mostrando que as lâminas de água aplicadas não interferiram no teor de açúcar.

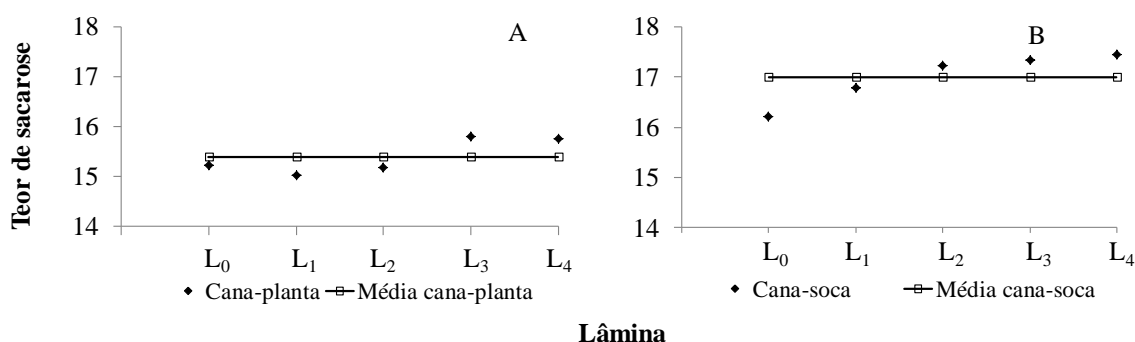


Figura 42. Teor de sacarose (%POL), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

Endres et al. (2010) relata que a variedade RB92579 provavelmente tem mais capacidade de absorção de água devido a maior condutividade hidráulica de suas raízes comparada a outras variedades tendo em vista que ocorrem diferenças para esta característica

entre os genótipos da cana-de-açúcar e também pelo fato desta variedade não florescer na região, permanecendo mais tempo com folhas fotossinteticamente ativas.

#### 3.3.4.4 Tonelada de sacarose por hectare - TPH

Na produção de açúcar por área (TPH), o modelo de regressão quadrática para cana-planta (Figura 43A), em função das lâminas de irrigação, foi altamente significativo ( $p < 0,001$ ), explicando 98,1 % das variações do rendimento em açúcar por hectare, em função das variações das lâminas de irrigação aplicadas, definidas de acordo com a expressão:  $TPH_{RB92579} = 24,13 + 11,71 L - 0,0362 L^2$ .

Assim, o tratamento sem irrigação ( $L_0$ ), a estimativa de TPH seria de  $24,13 \text{ t ha}^{-1}$  e o máximo do rendimento em açúcar ocorreria para a lâmina  $L_4$  (133% da lâmina base), com  $31,98 \text{ t ha}^{-1}$ . Este rendimento de  $L_4$  representa um acréscimo de 32,5% em relação ao tratamento não irrigado.

Em cana-soca (Figura 43B), o modelo de regressão quadrática, em função das lâminas de irrigação também foi altamente significativo ( $p < 0,001$ ), explicando 98,51% das variações de produção de açúcar em função das variações das lâminas de irrigação, conforme equação:  $TPH_{RB92579} = 18,921 + 7,098 L - 0,0812 L^2$ .

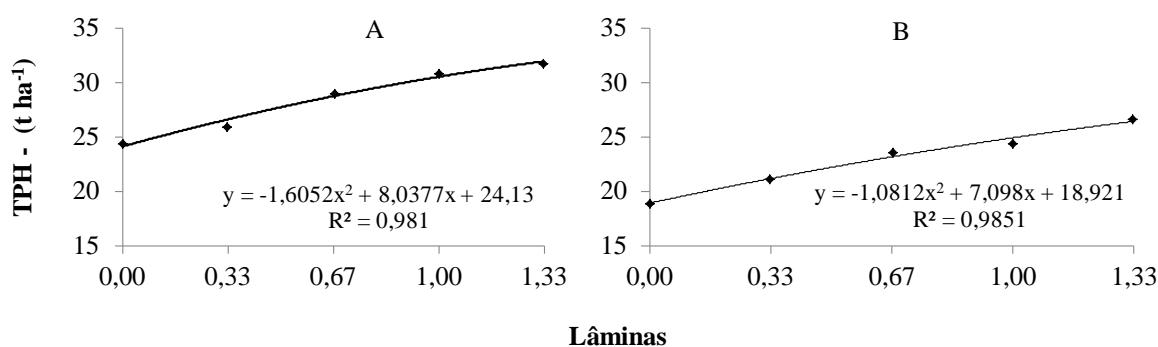


Figura 43. Produção de sacarose, tonelada de POL  $\text{ha}^{-1}$  (TPH), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

O rendimento previsto da lâmina  $L_0$ , sem irrigação, seria de 18,921 t pol ha<sup>-1</sup>, e o rendimento máximo esperado seria de 26,66 t pol ha<sup>-1</sup>, para a lâmina  $L_4$ , representando 40,90% a mais em comparação a testemunha.

Observou-se que a diferença de TPH no ciclo da cana-planta, entre a menor e a maior lâmina foi percentualmente menor do que em cana-soca, mostrando que a embora a produtividade da cana-soca tenha sido menor, foi compensada pela maior percentagem de sacarose.

#### 3.3.4.5 Tonelada de sacarose por hectare por dia – TPHD

A colheita da cana-planta ocorreu aos 458 dias após o plantio (DAP), e o resultado da regressão para a variável, tonelada de pol por hectare dia (TPHD), explica 98,09% das variações totais, ( $p < 0,001$ ) de acordo com o modelo de regressão quadrática conforme a equação:  $TPHD_{RB92579} = 0,0527 + 0,0175 L - 0,0035 L^2$ .

Assim, para o tratamento testemunha,  $L_0$  (sem irrigação), a estimativa de TPHD seria de 0,0527 t ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e o máximo de produção de açúcar esperada, de 0,0698 t ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para o tratamento  $L_4$  (133%, da lâmina base), resultando em uma produção 32,40% maior que a testemunha.

A cana-soca, colhida aos 360 dias após o corte (DAC) a regressão quadrática também foi altamente significativa ( $p < 0,001$ ) e explica 98,49% das variações totais para a variável TPHD, conforme o modelo de equação:  $TPHD_{RB92579} = 0,0525 + 0,0198 L - 0,0031 L^2$ .

Desta forma, o tratamento testemunha  $L_0$  (sem irrigação), haveria uma expectativa de produção de 0,0525 t pol ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, e a produção máxima seria para o tratamento  $L_4$  (133% da lâmina base), com 0,0733 t pol ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, um aumento de 39,62% a mais que o tratamento testemunha.

Observou-se que a produção máxima esperada de t pol ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, em cana-planta (Figura 44A) foi semelhante à cana-soca (Figura 44B) para a testemunha ( $L_0$ ), mas a maior produção ocorreu na cana-soca, para a lâmina  $L_4$ .

Embora a produção total de TPH tenha sido maior na cana-planta (Figura 43A), isto se deve a diferenças climáticas que ocorreram nos ciclos, de cana-planta e cana-soca, onde as condições de maturação foram mais favoráveis à cana-soca, como também o número de dias do ciclo da cana-soca foi menor, 360 DAC, mas percentualmente, a cana-soca produziu

5,04% a mais que a cana-planta, para a lâmina  $L_4$ , com melhor resposta da cana-soca à irrigação.

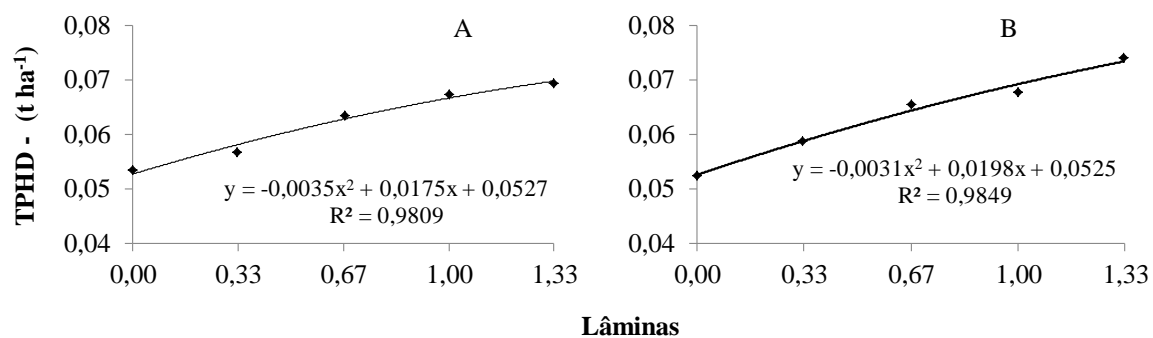


Figura 44. Produção sacarose ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (TPHD), em cana-planta (A) e cana-soca (B), para as lâminas  $L_0$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  e  $L_4$ , aplicadas na variedade RB92579. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho conclui-se, que na região de São José do Rio Claro – MT:

A irrigação, não alterou significativamente o número de colmos até aos 112 DAP e 120 DAC e na colheita, em cana-planta e soca respectivamente, mas os tratamentos irrigados apresentaram maior número de plantas neste intervalo.

A irrigação, também não alterou significativamente a estatura dos colmos na fase de estabelecimento da cultura, mas apresentou diferenças de estatura na colheita, em cana-planta e cana-soca.

A produção de massa seca é maior nos tratamentos irrigados, e todas as variedades apresentam o mesmo comportamento.

Todas as variedades apresentam comportamento semelhante, para taxa de produção de massa seca, com taxa máxima aos 233 dias após o plantio (DAP) em cana-planta, e na cana-soca, aos 180 dias após o corte, entretanto houve taxas diferentes de produção entre as variedades, tratamentos e entre os ciclos dependendo da época de corte.

Em cana-soca, as variedades RB867515 e RB92579, nos tratamentos onde não houve restrição hídrica, a maior taxa de produção de massa seca ocorreu aos 180 DAC, e para a variedade RB937570 aos 240 DAC, entretanto para o tratamento sem irrigação, as variedades RB867515 e RB937570 as maiores taxas ocorrem, aos 240 e 300 DAC respectivamente.

Em cana-planta as variedades RB937570 e RB92579, foram mais responsivas à irrigação que a variedade RB867515, comparada à testemunha. Nos ciclos, cana-planta e cana-soca, a RB92579 foi mais produtiva, seguida da RB867515 e da RB937570 respectivamente.

A irrigação não alterou os teores de sacarose dos tratamentos nos dois ciclos, não havendo interação entre variedade e lâmina de irrigação. Dependendo da variedade e da época de corte, ocorrem diferenças de produção de açúcar por área (TPH), em cana-planta e cana-soca.

A época de colheita tem influência nas respostas das taxas de crescimento devido aos diferentes requerimentos de água em função do estágio fenológico da planta, e das condições climáticas, na época e após a colheita.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da irrigação é uma tecnologia fundamental para a obtenção de ganhos de produtividades, principalmente em regiões com elevado déficit hídrico, e devido aos custos de implantação e operacional, se torna imprescindível o conhecimento das respostas das variedades à irrigação, para se obter a melhor relação benefício e custo.

Neste estudo, as melhores respostas para produtividade de cana-de-açúcar e produção de açúcar por área ocorreram para a variedade RB92579, que foi colhida no período considerado como final de safra, que de acordo com o regime hídrico da região é o período que proporciona os maiores déficits hídricos, em função do estágio fenológico da cultura quando se inicia o período de estiagem.

Variedades com alto potencial de florescimento podem apresentar restrição quanto ao uso da irrigação, devido à época de ocorrência do fenômeno.

Devido à carência de informações de respostas das variedades cultivadas à irrigação na região do estudo e na maioria da região central, se faz necessário mais estudos com este objetivo

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. de.; SILVA, M. A. DE. S.; TEODORO, I.; HOLANDA, L. A. de.; SAMPAIO NETO, G. D. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**. Campinas: v. 72, n. 3, p. 262-270, 2013.

ALMEIDA, A. C. S. dos.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G.V.S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JUNIOR, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedade de cana-de-açúcar em relação a disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência Agrotécnica**. Lavras: v. 32, n.5, p. 1441-1448, set/out., 2008.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

CARVALHO, M. de, C.; AZEVEDO, M. de, H.; NETO, J. D.; MELO de, E. P.; SILVA da, C. T. S.; GOMES FILHO, R.R. Resposta dos parâmetros tecnológicos da terceira folha de cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de Irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.3, n.4,p. 337-342, out-dez, 2008.

CARVALHO, M. de, C.; AZEVEDO, M. de, H.; NETO, J. D.; MELO de, E. P.; SILVA da, C. T. S.; GOMES FILHO, R.R. Rendimento de açúcar e álcool da cana-de-açúcar submetida a diferentes níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.4, p. 72-77, jan.-mar., 2009.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991, 157 p.

CASTRO, P. C. Aplicações da Fisiologia Vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR*, 2000, Anais. Piracicaba. STAB, 2000. p.1-9.

COSTA, C. T. S.; FERREIRA, V.M.; ENDRES, L.; FERREIRA, D. T. R.G.;GONSLVES, E. R. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. **Revista Caatinga**. Mossoró: v. 24, p. 56-63, jul.set, 2011.

DALRI, A. B.; CRUZ, R. L.; GARCIA, C. J. B.; DUENHAS, L. H. Irrigação por gotejamento subsuperficial na produção e qualidade de cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 13 n. 1 p. 1-11, janeiro-março, 2008.



DALRI, A. B.; CRUZ, R. L. Produtividade da cana-de-açúcar fertirrigada com N e K via gotejamento subsuperficial. **Eng. Agric.**, Jaboticabal, v. 28 n. 3 p. 516-524, jul.-set, 2008.

DANTAS NETO, J.; FIGUEREDO, J.L.C.; FARIAS, C. H. DE A.; AZEVEDO, H. M. DE; AZEVEDO, C. A.V.DE. Resposta da cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 10, p. 283-288, 2006.

ENDRES, L.; SILVA, J. V.; FERREIRA, V. M.; BARBOSA, G. V.S. Photosynthesis and water relations in Brazilian sugarcane. **The open Agriculture Journal**. v.4, p. 31-37, 2010.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C.O.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, p. 1347-1354 nov. 2001.

GAVA, G. J. DE. C.; SILVA, M.de A.; SILVA, R. C. da.; JERONIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S.; KOLLN, O. T. Produtividade de três cultivares de cana-de-açúcar por gotejamento de sequeiro e irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 15, n.3, p. 250-255, 2011.

GLAZ, B.; EDME S. J.; MILLER, J. D.; MILLIGAN, S. B.; HOLDER, D. G.; Sugarcane cultivar response to higt summer water tables en the Everglades. **Agronomy Journal**. Madison, v. 94, p. 62-629, 2002.

HERMANN, E. R.; CAMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açucar-.**Revista da Stab**. V. 17, p. 32-35, 1999.

HOLANDA, L. A.; TEODORO, I.; SOUZA de. J. L.; BARBOSA, G. V. S.; SAMPAIO NETO, G. D. S.; ABREU, M. L.; FERREIRA JUNIOR, R. A.; SANTOS, A dos. Crescimento e produtividade de variedade de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA*, XVI, 2009, Belo Horizonte, 2009.

INMAN-BAMBER, N. G.; MUCHOW, R. C.; ROBERTSON, M.J. Dry partitioning of sugarcane in Australia and South Africa Field. **Field Crops Research**. V. 76, p. 71-84, 2002.

INMAN-BAMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field crops research**. v. 92, p. 185-202, 2005.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. RiMa, São Carlos, 2000. 531 p.

LUCCHESI, A. A.; Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz**. Piracicaba-SP: v. 41, p. 181-201, 1984.

MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V.; CIONE, J. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.17, n.9, p.1323-1329, 1982.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo, EPU, 1985, v. 1, p. 363-450.

OLIVEIRA, R. **Análise de crescimento da cana-de-açúcar, na região do noroeste do Paraná**. 2004.65 p. Dissertação Mestrado – Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. 2004.

OLIVEIRA, R. A. De; DAROS, E.; ZAMBOM, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D.K.T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no Estado do Paraná: Taxas de crescimento. **Scientia Agraria**, v.6, n.1-2, p.85-89, 2005.

OLIVEIRA de, R. A.; DAROS, E.; ZAMBOM, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; BESPALHOK-FILHO, J. C.;ZUFELLATO-RIBAS, K. C.; SILVA da, D. K. T. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia-GO: 37(2) p. 72-76, jun., 2007.

OLIVEIRA, E. C.A de.; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, R. I. de.; ANDRADE, B. M. T., ANDRADE.;FREIRE, J. F.; LIRA JUNIOR, J. A.; MACHADO, P.R. Crescimento e acúmulo de matéria seca em variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob irrigação plena. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB: v. 14, n.9, p. 951-960, 2010.

OLIVEIRA, E. C.A de.; FREIRE, F. J.; OLIVEIRA, A.C. de.; SIMÕES NETO, D. E.; ROCHA, A. TAVARES da.; CARVALHO, L. ALVES de. Produtividade, eficiência de uso da água e qualidade tecnológica de cana-de-açúcar submetida a diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília: n.6, p. 617-625, jun. 2011.

PEREIRA, A. R. MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, 1987, 33 p. (Boletim Técnico).

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMIA.G.C. **Evapotranspiração**. 1 ed. Piracicaba: 1997. 183 p.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004. 191 p.

PIRES, R.C.M., ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.. Irrigação e drenagem. *In* DINARDO-MIRANDA, L. L. ; VASCONCELOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. de A. **Cana-de-açúcar**. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2008. P. 631-670.

RAIJ, B. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Nº 100. Instituto Agrônomo, 1997. 285 p.

RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. **J. Agronomy & Crop Science**. Berlim, v.185, p.249-258, 2000.

REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar**. Curitiba - PR, 136 p., 2010.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas e mensuração do crescimento**. Belém: CPATU, 1979 35 p.

SANTOS, H. G. dos, JACOMINE, P. K. T.; ANJOS L. H. C. dos, OLIVEIRA, V. A de; OLIVIERA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T. J. F. (ED) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2006, 306 p.

SANTOS, R.B.; SOUZA de, A. P.; SILVA, A. C.; ALMEIDA de, f. t., Arantes, K. R.; SIQUEIRA de, J. L. Planejamento da pulverização de fungicidas em função das variáveis meteorológicas na região de Sinop – MT. **Global Science and technology**, Rio Verde, v. 6, n.1, p.72-88, jan/abr. 2013.

SILVA, C. T. S. da. **Efeito de diferentes níveis de adubação sobre a produção da terceira folha de cana irrigada nos tabuleiros da Paraíba**. 2003. 81 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

SILVA da, D. K. T.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; OLIVEIRA de, R. S. Análise de crescimento em cultivares de cana-de-açúcar em cana-soca o noroeste do Paraná na safra de 2002/2003. **Scientia Agraria**. Curitiba, v. 6, n. 1-2, p.47-53, 2005.

SILVA, M. de A.; ARANTES, M. T.; RHEIN, A. F de. L.; GAVA, G. J. C.; KOLLN, O.T. Potencial produtivo da cana-de-açúcar- sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v. 18., n. 3, p. 241-249.,2014.

SILVEIRA, J. A. G. **Interação entre assimilados de nitrogênio e o crescimento da cana-de-açúcar (saccharaum spp.) cultivada em condições de campo**. 1985, 152 p. Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiróz” Universidade de São Paulo Piracicaba, 1985.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F. **Manejo da irrigação do Feijoeiro**. Santo Antonio de Goiás-GO. Embrapa Arroz e Feijão. 2002, 4 p. (Comunicado Técnico n. 38).

SMITH, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**. V. 98, P. 91-97, 2006.

SOUZA de, A. P.; MOTA da, L. L.; ZAMADEI, T.; COMPOE, C. C.; ALMEIDA de, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 01, n. 01, p. 34-43, out/dez, 2013.

TERUEL, D. A.; BARBIERI, V.; FERRARO JUNIOR, L. A. Sugar cane leaf área index modeling under diferente soil water conditions. **Scientia Agrícola**, v. 54, p.93-44, 1997.

VAN DILLEWINJ, C. **Botany of sugarcane**. The Chronica Botanica. Waltham: 1952. 371 p.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**. Madison. V. 44, p. 892-898. 1980.

ZULLO, J. J.; ARRUDA, F. B. **Programa computacional para ajuste de equações com dados experimentais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1987, 31 p. (Boletim Técnico).

## ANEXOS

Anexo 1. Percentagem média de florescimento ocorrida nos dois ciclos, cana-planta e cana-soca, para as diferentes lâminas e variedades. (São José do Rio Claro - MT, agosto de 2014).

## MÉDIAS DA PERCENTAGEM DE FLORESCIMENTO NOS DOIS CORTES

VARIEDADE	L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	Média
<b>RB937570</b>	96,88	77,80	93,49	91,67	93,56	<b>90,68</b>
<b>RB867515</b>	96,88	85,75	93,49	91,67	93,56	<b>92,27</b>
<b>RB92579</b>	0	0	0	0	0	<b>0,00</b>

Anexo 2. Resultado da análise de variância para estatura dos colmos na colheita, em cana-planta, para três variedades de cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		Estatura dos colmos (cm)		
		RB937570	RB867515	RB92579
		338 DAP	398 DAP	450 DAP
Bloco	3	382,36 <sup>ns</sup>	1233,64 <sup>ns</sup>	75,04 <sup>ns</sup>
Lâmina	4	1121,09 <sup>ns</sup>	859,90 <sup>ns</sup>	432,15 <sup>**</sup>
Erro	12	500,45	609,10	107,97
Total	19			
Coeficiente de variação		5,51%	6,12%	2,24%

ns - não significativo ao nível de 5% probabilidade

\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

DAP - Dias após o plantio

Anexo 3. Resultado da análise de variância para estatura dos colmos na colheita, em cana-soca, para três variedades de cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		Estatura dos colmos (cm)		
		RB937570	RB867515	RB92579
		360 DAC	360 DAC	360 DAC
Bloco	3	856,77 <sup>ns</sup>	186,76 <sup>ns</sup>	751,03*
Lâmina	4	1587,18 <sup>ns</sup>	2532,88*	1228,87**
Erro	12	927,22	325,07	209,36
Total	19			
Coeficiente de variação		8,36%	4,72%	3,86%

ns - não significativo ao nível de 5% probabilidade

\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

DAC - Dias após o corte

Anexo 4. Resultado da análise de variância para número de colmos por metro quadrado na colheita, em cana-planta, para três variedades de cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		Número de colmos por metro quadrado		
		RB937570	RB867515	RB92579
		338 DAP	398 DAP	458 DAP
Bloco	3	0,773 <sup>ns</sup>	0,690**	0,475 <sup>ns</sup>
Lâmina	4	0,152 <sup>ns</sup>	0,338**	0,530 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,496	0,086	0,229
Total	19			
Coeficiente de variação		10,51%	4,47%	5,99%

ns - não significativo ao nível de 5% probabilidade

\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

DAP - Dias após o plantio

Anexo 5. Resultado da análise de variância para número de colmos por metro quadrado na colheita, em cana-soca, para três variedades de cana-de-açúcar. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		Número de colmos por metro quadrado		
		RB937570	RB867515	RB92579
		360 DAC	360 DAC	360 DAC
Bloco	3	0,042 <sup>ns</sup>	0,269 <sup>ns</sup>	5,22 <sup>**</sup>
Lâmina	4	0,014 <sup>ns</sup>	0,111 <sup>ns</sup>	0,747 <sup>ns</sup>
Erro	12	0,131	0,149	0,775
Total	19			
Coeficiente de variação		4,74%	5,64%	10,31%

ns - não significativo ao nível de 5% probabilidade

\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

DAP - Dias após o plantio

Anexo 6. Resultado da análise de variância para o índice de área foliar IAF, em cana-planta. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Graus de Liberdade	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
				Índice de área foliar (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )		
				RB937570 (1)	RB867515 (2)	RB92579 (3)
	(1)	(2)	(3)	338 DAP	398 DAP	450 DAP
Bloco	3	3	3	0,230 <sup>ns</sup>	0,108 <sup>ns</sup>	0,941 <sup>ns</sup>
Época	5	6	7	85,69 <sup>**</sup>	51,82 <sup>**</sup>	69,82 <sup>**</sup>
Erro 1	15	18	21	0,092	0,35	0,528
Lâmina	4	4	4	0,451 <sup>**</sup>	0,308 <sup>ns</sup>	1,861 <sup>**</sup>
Lâmina x Época	20	24	28	0,105 <sup>ns</sup>	0,860 <sup>ns</sup>	0,483 <sup>**</sup>
Erro 2	72	84	96	0,110	0,18	0,254
Total	119	139	159			
Coeficiente de variação 1				9,67%	21,84%	22,19%
Coeficiente de variação 2				10,54%	16,67%	15,39%

ns - não significativo ao nível de 5% probabilidade

\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

DAP - Dias após o plantio

Anexo 7. Resultado da análise de variância para o índice de área foliar - IAF, em cana-soca. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade (1)	QUADRADOS MÉDIOS		
		Índice de área foliar (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )		
		RB937570	RB867515	RB92579
		338 DAP	398 DAP	450 DAP
Bloco	3	0,028 <sup>ns</sup>	1,077 <sup>ns</sup>	0,245 <sup>ns</sup>
Época	5	57,34 <sup>**</sup>	36,27 <sup>**</sup>	26,27 <sup>**</sup>
Erro 1	15	0,320	0,341	0,757
Lâmina	4	0,358 <sup>**</sup>	1,708 <sup>**</sup>	3,006 <sup>**</sup>
Lâmina x Época	20	0,524 <sup>**</sup>	0,239 <sup>ns</sup>	0,308 <sup>ns</sup>
Erro 2	72	0,233	0,190	0,256
Total	119			
Coeficiente de variação 1		18,66%	20,54%	26,38%
Coeficiente de variação 2		15,94%	15,36%	15,35%

ns - não significativo ao nível de 5% probabilidade

\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

DAP - Dias após o plantio

Anexo 8. Resultado da análise de variância para as variáveis de produção, TCH, TCHD, POL, TPH e TPHD. (São José do Rio Claro – MT, agosto de 2014).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS				
		Variáveis de produção - TCH - TCHD - POL - TPH - TPHD				
		TCH	TCHD	POL	TPH	TPHD
Bloco	3	137,19 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	2,43 <sup>ns</sup>	9,27 <sup>ns</sup>	0,00007 <sup>ns</sup>
Lâmina	4	3261,16 <sup>**</sup>	0,022 <sup>**</sup>	1,34 <sup>**</sup>	102,25 <sup>**</sup>	0,00071 <sup>**</sup>
Erro 1	12	190,19	0,001	0,76	5,08	0,00003
Variedade	2	15748,41 <sup>**</sup>	0,032 <sup>**</sup>	41,44 <sup>**</sup>	764,47 <sup>**</sup>	0,00228 <sup>**</sup>
Lâmina x Variedade	8	122,629 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>	0,592 <sup>ns</sup>	6,841 <sup>ns</sup>	0,00003 <sup>ns</sup>
Erro 2	6	68,48	0,0005	0,65	2,36	0,00002
Ciclo (cana-planta e soca)	1	19040,90 <sup>**</sup>	0,026 <sup>**</sup>	18,08 <sup>**</sup>	232,59 <sup>**</sup>	0,00006 <sup>ns</sup>
Lâmina x Ciclo	4	11,407 <sup>ns</sup>	0,0001	0,038 <sup>ns</sup>	0,577 <sup>ns</sup>	0,00008 <sup>ns</sup>
Variedade x Ciclo	2	4656,18 <sup>**</sup>	0,00441 <sup>**</sup>	5,75 <sup>**</sup>	61,45 <sup>**</sup>	0,00011 <sup>**</sup>
Lâmina x Variedade x Ciclo	8	42,470	0,0002	0,403 <sup>ns</sup>	1,539 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>**</sup>
Erro 3	69	111,75	0,0007	0,76	3,38	0,00220
Total	119					
Coeficiente de variação 1		10,09%	9,68%	5,80%	10,91%	10,67%
Coeficiente de variação 2		6,05%	6,34%	5,36%	7,45%	7,56%
Coeficiente de variação 3		7,73%	7,48%	5,80%	8,90%	8,62%

ns - não significativo ao nível de 5% probabilidade

\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

DAP - Dias após o plantio